

TRANSLATION


I, Aiji Yamamoto, residing at 1-13-16, Shibayama, Funabashi-shi, Chiba-ken, Japan, state:

that I know well both the Japanese and English languages;

that I translated, from Japanese into English, the specification, claims, abstract and drawings as filed in U.S. Patent Application No. 09/883,833, filed June 18, 2001; and

that the attached English translation is a true and accurate translation to the best of my knowledge and belief.

Dated: September 18, 2001



Aiji Yamamoto

TITLE OF THE INVENTION

Imaging Apparatus

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

5 This application is based upon and claims the benefit of priority from the prior Japanese Patent Applications No. 2000-183310, filed June 19, 2000, No. 2000-188030, filed June 22, 2000, and No. 2000-188031, filed June 22, 2000, the entire contents of which are incorporated herein by reference.

10

BACKGROUND OF THE INVENTION

1 Field of the Invention

15 本発明は、階調（ガンマ： γ ）特性を切り換え可能な撮像装置に係り、特に、階調特性を切り換えることができる露出制御の改良をはかった撮像装置に関する。

 また、この発明は、CCD等の撮像素子(Image Pickup Device)を用いた撮像装置に係わり、特に画素(pixel)の加算により感度(sensitivity)の向上を図った撮像装置に関する。

2 Description of the Related Art

20 近年、CCD等の撮像素子により被写体の静止画像(still pictures or image)を撮像して映像信号に変換する撮像装置が盛んに開発されている。このような撮像装置において、階調特性（被写体輝度－出力信号レベル特性）を切り換えることができるものが知られている。具体的には、例えば、放送用TVカメラ、或いは、いわゆる工業用カメラ（ITV）では、「
25 ガンマ切り換え」などと称してその階調特性を標準設定モード（ $\gamma = 0.45$ ）及びリニア特性設定モード（ $\gamma = 1$ ）のいずれか一つに設定することができる。

 ここで、 γ （ガンマ）値とは、周知のとおり入出力特性の線形（リニア）からの乖離に着目して、入力 x と出力 y との関係が式で近似表現した場

合に $y = a \times x^\gamma + b$ (a , b は定数) となるような指数である。従って、 $\gamma = 1$ の時に入出力は、比例関係にある。なお、 b は、ペデスタル、或いは、オフセット分に相当することから、 γ 値とは分離して別途考慮されることが多い。

5 $\gamma = 0.45$ は、放送における標準方式の値であり、再生系の階調特性を考慮して総合的な高画質（鑑賞目的や視覚的に良好な画質）を得るための値として選定されている。これに対して、 $\gamma = 1$ は、計測目的やカメラの調整において、階調変換回路に起因する誤差要因を排除するための値として選定される。

10 上記カメラに対してしばしば自動露出制御が採用される。一般に、この制御では、撮像素子からの出力であって、通常「 γ 変換回路」と呼ばれる階調変換回路に入力される前のリニア信号がその制御対象とされる。このような制御方法によれば、撮像素子のダイナミックレンジに直接対応する最適な露出制御が可能であるとされている。

15 ところで、近年、このような電子撮像装置の内、特に、静止画像(still picture)を記録する電子スチルカメラが所謂「デジタルカメラ」として広く普及するに至り、放送用TVカメラや工業用カメラとは異なる意味での階調特性の切り換えの必要性が求められている。即ち、銀塩写真にも匹敵する、鑑賞用の高画質な画像を求めるために、使用者の好みやシーンの状況に応じて最適な階調を選択的に設定できるデジタルカメラの実現が望まれている。

20 一方、これら銀塩写真相当の写真撮影を目指すデジタルカメラにおいては、銀塩写真についての経験者の使用に耐え得ることが当然の要件となるため、銀塩写真と同等のスペックや操作性（いわゆる使い勝手）が要求されるという背景もある。このため、例えばデジタルカメラの「感度」を従来の銀塩フィルムのそれに習って、いわゆる「ISO表示」することが試みられている。

25 このような試みの一つとして、「テレビジョン学会技術報告／吉田：デジタルカメラの感度（スピード）表示法の検討：ITE Technical Report

Vol.20, No.58, PP.85~90, CE'96-25(Nov, 1996)」がある。この感度表示法の中で採用された測定法は、「デジタルカメラが記録するデジタル値の中間域（良好な階調再現域）の中に規定した所定値（提案値 $106.5/255$ ）を与えるような露光量」をもって感度を規定するものである。この測定法を用いて求められた「感度」が同一のカメラは、測定基準に対応する所定の露光量で撮影する場合には、同一のデジタル信号出力が得られる。

なお、この提案がいわゆる「ISO表示」に相当するといえるかどうかについては、別の議論が必要であるが、この文献における提案のような「感度」自体は、「同じ明るさ（出力レベル）の画像を得るために必要な露光量を示す指標」であるから極めて有意である。また、以下の説明で特に断りなく感度と記した場合は、この文献に記載される感度（但し、上記「所定値の数値」は問わない。）を指すものとする。

上記したように使用者の好みやシーンの状況に応じて階調特性を切り換えて階調が選択される場合には、撮像系のゲインは一定のままであっても、その階調特性の変化によって上記感度が変化してしまい、そのために得られる出力レベルが変化してしまう問題がある。

詳述すれば、階調特性を変化させることから、被写体の輝度分布全体に対して等しい出力レベルを得ることは、もとより不可能である。しかしながら、被写体の輝度分布の平均的な、或いは、代表的な部分について考えた場合、言い換えれば主要な被写体についてだけ考えれば、これに対する出力レベルは、階調特性を切り換えても変化しないようにすることが望ましい。ところが、従来のデジタルカメラは、このことを配慮していないことから、上記したような出力レベルが大きく変化してしまう問題がある。

また、感度の向上に関しては、このような撮像装置において、動画撮像装置であっても静止画撮像装置であっても、撮像素子の隣接する画素情報の加算、例えば、垂直方向2画素と水平方向2画素の合計4画素の信号を加算することによって、解像度は低下されるものの、感度の向上を図ることができるとされている。

この種の加算の具体的な方法としては、外部デジタル加算方式及び素子内アナログ加算方式等が知られている。外部デジタル加算方式では、撮像素子から画素信号が通常の方法で1画素毎に読み出され、その後に、例えば、A/D変換してデジタル系で画素信号が加算される。また、素子内アナログ加算方式では、撮像素子内でCCD撮像素子の転送駆動を工夫し、転送路内で電荷が加算される。この両方式を比較すると、アナログ加算方式の方がフレームレートも向上できるという点では優れている。

ところが、実際にこの技術を電子カメラに適用しようとする、一応感度を向上することができるものの、感度の向上に伴ってノイズが増加するなど、単なる画素数減少による解像度劣化にとどまらない画質劣化を生じる場合がある。

この点に関して、例えば、4画素加算の場合に4倍の感度が得られるとした記載も従来の公開文献にも見られるが、これはノイズまで考慮した場合には正しいとは言えない。何故なら、この画素加算におけるノイズ改善効果、即ち、SN向上度は、ランダムノイズの統計的性質から加算数の平方根に比例することが知られ、4画素加算にあつては、SN2倍（即ち6dB）が期待できるのみである。従って、画質、即ち、ノイズレベルを保ったままで撮像する場合には、感度2倍、即ち標準の1/2露光量での撮像までが限界となる。仮に、4倍の感度を得るために1/4露光量で撮像して4画素加算した場合、信号成分Sは $1/4 \times 4 = 1$ 倍、ノイズNは、 $1 \times \sqrt{4} = 2$ 倍となりSNは6dB劣化してしまう。

そこで、4画素加算に関して1/2露光量で露光される場合を考えるが、素子内アナログ加算方式の場合は、A/Dコンバータでの飽和の問題がある。即ち、加算が実行される場所である水平転送路或いは撮像素子出力アンプの最大出力レベルに制限がないとすれば、1/2露光量の4画素加算では、 $1/2 \times 4 = 2$ 画素分の電荷量、即ち、2倍の出力電圧を取り扱う必要が生じる。従って、従来の通常の1画素素子分の電圧に対応するA/Dコンバータをそのまま用いた場合は、A/D入力電圧がA/Dの量子化最大電圧を超えるため信号がクリップされてしまう。

この場合、A/Dコンバータでの量子化に際してクリップが発生しないためには、A/Dの最大量子化レベル(Dmax)は、従来の2倍を想定して設定される必要が生じる。このように設定すれば、確かに飽和の問題は避け得る。しかしながら、通常の非加算時には、CCD出力信号の最大値は、Dmax/2になってしまい、それ以上のデジタルビットは無駄になってしまう。言い換えれば、相対的な量子化誤差が理想状態の2倍に増えてしまう問題がある。

なお、この問題を回避するためには、A/Dコンバータの量子化誤差自体を小さくしてもよいが、これは言い換えれば本来必要なビット数よりも大きなビット数のA/Dコンバータが必要となるものであり、コスト増加を伴うために好ましくない。

このように従来、撮像装置の感度向上のために、画素加算を実行すると、アナログ加算方式の場合は、A/D入力電圧がA/Dの量子化最大電圧を超えるため信号がクリップされてしまい、画質劣化を生じてしまう問題がある。

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

この発明の目的は、階調特性を切り換えた場合にも感度や出力レベルを一定に保つことのできる撮像装置を提供することにある。

また、この発明の目的は、アナログ加算方式の画素情報加算による感度向上撮影が可能で、且つA/Dコンバータにおけるクリップによる画質劣化を防止し得る撮像装置を提供することにある。

この発明によれば、

被写体からの光線を受けて被写体画像が形成され、この画像をオリジナル画像信号に変換する撮像素子と、

第1及び第2の階調モードの一方を指定する指定手段と、

この指定されたモードに従って前記撮像素子からのオリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換手段であって、前記出力画像信号は、第1階調モードの指定では、第1の階調を有し、第2階調モードの指定では、第2の階調を有する変換手段と、及び

前記指定手段での一方モードの指定に従って前記変換手段に入力されるオリジナル画像信号のレベルを調整する調整手段であって、前記第 1 及び第 2 階調モードの指定にあっても、前記変換手段から出力される出力画像信号の平均的レベルを略一定レベルに保つ調整手段と、

5 から構成される被写体を撮影する撮像装置
 が提供される。

 また、この発明によれば、

 被写体からの光線を受けて被写体画像が形成され、この画像をオリジナル画像信号に変換する撮像素子と、

10 第 1 及び第 2 の階調モードの一方を指定する指定手段と、

 この指定されたモードに従って前記撮像素子からのオリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換手段であって、前記出力画像信号は、第 1 階調モードの指定では、第 1 階調特性曲線によって規定された第 1 の階調を有し、第 2 階調モードの指定では、第 2 階調特性曲線によって規定された第 2 の階調を有する変換手段と、及び

15 前記指定手段での一方モードの指定に従って前記変換手段に入力されるオリジナル画像信号の平均的レベルを略一定レベルの露出制御目標値に保つ調整手段と、

 から構成される被写体を撮影する撮像装置において、

20 前記第 1 及び第 2 の階調特性曲線は、互いに交差し、この交差点の前記階調変換特性の入力側における値は、前記露出制御目標値にほぼ相当する撮像装置

 が提供される。

 更にまた、この発明によれば、

25 被写体から送られた光線を受け入れて被写体画像を形成し、この画像をオリジナル画像信号に変換する撮像工程と、

 第 1 及び第 2 の階調モードの一方を指定する指定工程と、

 この指定されたモードに従って前記オリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換工程であって、前記出力画像信号は、第 1 階調モードの指

定では、第 1 の階調を有し、第 2 階調モードの指定では、第 2 の階調を有する変換工程と、

前記指定されたモードに従って前記変換工程に入力されるオリジナル画像信号のレベルを調整する調整工程であって、前記第 1 及び第 2 階調モードの指定にあっても、前記変換工程から出力される出力画像信号の平均的
5 レベルを略一定レベルに保つ調整工程と、

から構成される被写体を撮影する撮像方法
が提供される。

また、更にこの発明によれば、

10 被写体からの光線を受けて被写体画像を形成し、この画像をオリジナル画像信号に変換する画像形成工程と、

第 1 及び第 2 の階調モードの一方を指定する指定工程と、

この指定されたモードに従って前記オリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換工程であって、前記出力画像信号は、第 1 階調モードの指定では、第 1 階調特性曲線によって規定された第 1 の階調を有し、第 2 階調モードの指定では、第 2 階調特性曲線によって規定された第 2 の階調を
15 有する変換工程と、及び

前記指定工程での一方モードの指定に従って前記変換工程におけるオリジナル画像信号の平均的レベルを略一定レベルの露出制御目標値に保つ調
20 整工程と、

から構成される被写体を撮影する撮像方法において、前記第 1 及び第 2 の階調特性曲線は、互いに交差し、この交差点の前記階調変換特性の入力側における値が前記露出制御目標値にほぼ相当させる撮像方法

が提供される。

25 よりまた、この発明によれば、

被写体からの光線を受けて被写体画像を形成し、この画像をオリジナル画像信号に変換する画像形成工程と、

第 1、第 2 及び第 3 の階調モードの一方を指定する指定工程と、

この指定されたモードに従って前記オリジナル画像信号を出力画像信号

に変換する変換工程であって、前記出力画像信号は、第1階調モードの指定では、第1階調特性曲線によって規定された第1の階調を有し、第2階調モードの指定では、第2階調特性曲線によって規定された第2の階調を有し、第3階調モードの指定では、第3階調特性曲線によって規定された第2の階調を有する変換工程と、

から構成される被写体を撮影する撮像方法において、

前記第1、第2及び第3の階調特性曲線をほぼ同一の点において互いに交差させる撮像方法が提供される。

前述したように、複数の階調特性（ガンマ）を切り換え可能なカメラにおいて、リニア系（ガンマ入力側）で所定の目標値の露出制御を行うと、ガンマ切り換えによって感度（出力信号レベル）が変わってしまう。

そこで本発明では、複数のガンマ特性を持つ撮像装置において、ガンマ切り換えを行った場合にも、平均的露光に対する出力レベルが同一になるような露出制御を行う。具体的には、ガンマ切り換えに応じてガンマ入力側で露出を制御して複数の制御目標値を切り換える、又はガンマ出力側で露出を制御して同一の制御目標値を用いる。これにより、ガンマ切り換えを行っても、平均的露光に対する出力レベルが変化しない。即ち、階調特性を切り換えた場合にも出力レベルを一定に保つことが可能となる。

更に、この発明によれば、

被写体からの光線を受けて被写体画像が形成され、この画像をオリジナル画像信号に変換する撮像素子と、

第1、第2及び第3の階調モードの一方を指定する指定手段と、

この指定されたモードに従って前記撮像素子からのオリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換手段であって、前記出力画像信号は、第1階調モードの指定では、第1階調特性曲線によって規定された第1の階調を有し、第2階調モードの指定では、第2階調特性曲線によって規定された第2の階調を有し、第3階調モードの指定では、第3階調特性曲線によって規定された第2の階調を有する変換手段と、

から構成される被写体を撮影する撮像装置において、

前記第 1、第 2 及び第 3 の階調特性曲線は、ほぼ同一の点において互いに交差する撮像装置が提供される。

5 ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものが挙げられる。

(1) 特性曲線の交差点は、階調変換特性の入力側の値において、最大信号レベルの 18～20% に対応するように設定されたものであること。

10 (2) 階調変換特性のうち少なくとも 1 つは、特性曲線の交差点よりも信号値が大きい領域に k_{nee} (ニー) ポイントが設定された k_{nee} 特性を有するように構成されたものであること。

前述したように、複数の階調特性 (ガンマ) を切り換え可能なカメラは公知であるが、リニア系 (ガンマ入力側) で所定の目標値の露出制御を行うと、ガンマ切り換えによって感度 (出力信号レベル) が変わってしまう。

15 そこで本発明では、複数のガンマ特性を持つ撮像装置において、ガンマ入力側における露出制御目標値 (推奨平均露光レベル) が同一であり、その点で複数のガンマカーブがクロスするようにする。3 つ以上の特性を有する場合は、全てが共通のクロスポイントを持つようにする。このような構成にすれば、ガンマ特性を切り換えた場合にもクロスポイントにおける
20 出力レベルは同じとなり、このクロスポイント付近に関しては、階調特性を切り換えた場合にも感度や出力レベルを一定に保つことが可能となる。

また、クロスポイントは、入力フルスケールの 18～20% ($\pm 1/3$ EV) 対応点とする。この値は、被写体レンジの対数的中点付近であり、主要被写体に対応する可能性が最大の領域が被写体レンジの対数的中点付近であることから、最良の選択と言える。また、特性を交差させつつレンジを確保するために k_{nee} 特性を持たせる。これにより、ガンマが大きい場合に被写体再現域が狭くなるのを防ぐことができる。

より、更に、この発明によれば、

マトリクス配列された多数の画素素子及びインターライン型電荷転送路

を有し、当該撮像素子上に被写体の像が形成されて前記画素素子から画素が発生される撮像素子と、

この撮像素子を駆動してこの撮像素子から画素を画像信号として読み出す駆動手段であって、この駆動手段は、前記画素を加算して加算された画素を画像信号として読み出す加算モードを設定する駆動手段と、

前画像信号を量子化するA/D変換手段と、

、前記A/D変換手段における最大量子化レベルを設定する量子化レベル設定手段であって前記加算読み出しの加算数に従って最大量子化レベルが可変される量子化レベル設定手段と、

から構成される撮像装置

が提供される。

ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものが挙げられる。

(1) 撮像素子に対する露光量を制御する露出制御手段を有し、量子化レベル設定手段は、加算読み出しの加算数と共に、露出制御手段が設定した露光量の目標値に対応して量子化最大レベルを可変設定するように構成されていること。

(2) インターライン型電荷転送路は、マトリクス配置された画素に隣接して縦列方向に配置された複数本の垂直転送路とこれらの垂直転送路の端に隣接して横列方向に配置された水平転送路からなり、駆動手段は、垂直方向に隣接する画素に対する信号加算を水平転送路内で行い、水平転送路の出力端に接続された出力アンプ部で水平方向に隣接する画素に対する信号加算を行うように構成されていること。

(3) 駆動手段による加算画素数は、水平、垂直方向で同じであること。

(4) 撮像素子は、CCD撮像素子であること。

本発明によれば、駆動手段による加算読み出しの加算数に対応して、量子化レベル設定手段によりA/D変換手段における量子化最大レベルを可変設定することにより、信号加算に伴ってA/D入力電圧がA/Dの量子化最大電圧を超える現象を抑制することができ、これによりA/D変換手段で加算信号がクリップされるのを未然に防止することができる。従って

、A/D変換手段におけるクリップによる画質劣化を招くことなく、アナログ加算方式の画素情報加算による感度向上撮影が可能となる。

Additional objects and advantages of the invention will be set forth in the description which follows, and in part will be obvious from the description, or may be learned by practice of the invention. The objects and advantages of the invention may be realized and obtained by means of the instrumentalities and combinations particularly pointed out hereinafter.

10 BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute a part of the specification, illustrate presently preferred embodiments of the invention, and together with the general description given above and the detailed description of the preferred embodiments given below, serve to explain the principles of the invention.

図1は、本発明の一実施形態に係わるデジタルカメラの回路を概略的に示すブロック図である。

図2は、図1に示した階調変換部で利用される階調特性曲線であって、階調特性と露出目標値との関係を説明する為の階調特性曲線を示すグラフである。

図3は、図1に示されたデジタルカメラにおける γ 値を選択的に設定する場合における設定手順を示すフローチャートである。

図4は、図1に示されたデジタルカメラにおける γ 値を選択的に設定する場合における露出目標の設定手順を示すフローチャートである。

図5は、同様に図1に示した階調変換部で利用される階調特性曲線であって、階調特性と露出目標値との関係を説明する為の階調特性曲線を示すグラフである。

図6は、図1に示されたCCD撮像素子の基本構造を概略的に示す平面

図である。

図 7 は、図 1 に示されたプリプロセス回路を概略的に示すブロック図である。

5

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

以下、図面を参照してこの発明の実施形態に係るデジタルカメラの詳細を説明する。

10

図 1 は、本発明の一実施形態に係るデジタルカメラの回路構成を示すブロック図である。この図 1 において、符号 101 は、被写体を撮影する為の各種レンズからなる撮影レンズ系であり、102 は、被写体に応じてレンズ系 101 を駆動するためのレンズ駆動機構であり、このレンズ駆動機構 102 によって撮影レンズ系 101 が駆動されて被写体に撮影レンズ系 101 がフォーカスされる。被写体からの反射光線は、レンズ系 101 を介して露出制御機構 103 に含まれる絞りを介して CCD 105 に向けられる。露出制御機構 103 では、絞り(stop)が調整されてこの絞りを通過する光線が制御されて露光量が制御される。絞りを通過した光線は、ローパス及び赤外カット用のフィルタ系 100 及びメカシャッタ 104 を通過して CCD カラー撮像素子(CCD color pickup unit) 105 に入射され、この CCD カラー撮像素子 105 の撮像面(imaging arrays)上に被写体像が形成される。撮像素子 105 は、CCD ドライバ 106 によって駆動され、撮像面(imaging arrays)上の被写体像は、画像信号に変換される。この画像信号は、画像信号の増幅率、即ち、ゲインを制御するゲインコントロールアンプ 107 A 及び増幅された画像信号をデジタル画像信号に変換する A/D 変換器等を含むプリプロセス回路 107 で処理される。このデジタル画像信号は、色信号生成処理、マトリックス変換処理、その他各種のデジタル処理を行うためのデジタルプロセス回路 108 で処理され、カードインターフェース 109 を介して CF 等のメモリカード 110 に格納される。また、デジタルプロセス回路 108 からの画像信号に基づいて LCD 画像表示系 111 でその画像が表示される。

15

20

25

また、図1中の符号112は、図1に示した各部を統括的に制御するためのシステムコントローラ（CPU）、符号113は、階調特性、即ち、 γ 特性を指定する、実際には、標準モード、軟調(soft)モード或いは硬調(hard)モードを設定するモード設定SW113Aを含む各種SWからなる操作スイッチ系、114は、デジタルカメラの操作状態及びモード状態等を表示するための操作表示系、115はレンズ駆動機構102を制御するためのレンズドライバ、116は、撮影時に撮影光線を発光するストロボ、117は、露出制御機構103及びストロボ116を制御するための露出制御ドライバ、118は各種設定情報等を記憶するための不揮発性メモリ（EEPROM）を示している。

この実施形態に係るデジタルカメラにおいては、システムコントローラ112が統括的に各部を制御している。特に、システムコントローラ112は、露出制御機構103とCCDドライバ106によるCCD撮像素子105の駆動を制御して露光（電荷蓄積）を制御している。CCD撮像素子105からの画像信号の読み出も同様にシステムコントローラ112によって制御されてプリプロセス回路107を介してデジタルプロセス回路108に画像信号が取り込まれる。さらに、システムコントローラ112の制御下で画像信号は、各種信号処理を施された後にカードインターフェース109を介してメモリカード110に記録される。なお、CCD撮像素子105は、例えば縦型オーバーフロードレイン構造のインターライン型でプログレッシブ（順次）走査型のものが挙げられる。

また、図1に示されるデジタルプロセス回路108には、同一の画像信号に対して異なる階調特性の画像信号を生成することができる階調変換部108Aが設けられている。操作スイッチ113内のモード設定SW113Aで階調特性、即ち、 γ 特性が設定されると、その設定されたモードの階調指定信号がシステムコントローラ112に供給され、このシステムコントローラ112がデジタルプロセス回路108の階調変換部108Aに対して変換されるべき階調、即ち、 γ 値を指定することとなる。また、システムコントローラ112による階調の指定に伴い、同様にデジタルプロ

セス回路 107 のゲインコントロールアンプ 107A でゲインが指定された階調に従ってシステムコントローラ 112 の指令で設定される。更に、システムコントローラ 112 から露出制御ドライバ 117 に指定された階調の情報が与えられ、露出制御ドライバ 117 により選択した階調特性に応じて露出が制御される。

図 2 は、図 1 に示されたデジタルカメラにおいて制御可能な階調特性及び露出目標値を示すグラフである。この図 2 のグラフにおいては、説明を簡略化するために、入力デジタル値及び出力デジタル値は、ともに 8 ビットデータを仮定し、図 2 中の実線は、標準モードの階調 ($\gamma = 0.45$) の特性を示すグラフであり、破線は、 $\gamma = 0.7$ のモードにおける階調特性を示すグラフであり、一点鎖線は、 $\gamma = 1$ のモードにおける階調（入力デジタル値に対する出力デジタル値が直線的な関係となる。）の特性を示すグラフである。なお、図 1 に示されるデジタルカメラでは、モード設定スイッチ 113A でデフォルトの「標準」から他の 2 つのモード ($\gamma = 0.7$ 及び $\gamma = 1$) に切り換えて何れも γ 値をも選択できる。

標準モード ($\gamma = 0.45$) は、実際には、デジタルカメラの標準規格である JEIDA DCF 規格の推奨特性： $y = 1.099 \times x^{0.45} - 0.099$ である。（ただし、 $x = \text{入力} / 255$ 、 $y = \text{出力} / 255$ であり、この式は、 $x \geq 0.018$ に適用され、 $x < 0.018$ においては $y = 4.5 \times x$ が適用される。）また、 $\gamma = 0.7$ は、 $y = x^{0.7}$ の特性及び $\gamma = 1$ は、 $y = x$ の特性に相当している。

図 1 に示されるカメラでは、中央重点平均測光で被写体の照度が測定され、測光値（信号レベル平均値）が露出目標値に等しくなるように、演算又はフィードバック制御により露出制御される。従って、フラット（無パターン）被写体の場合に得られる出力値が、露出制御目標値に対応する。通常の露出条件における主要被写体を想定する場合は、このようなフラット被写体をもって代表或いは代用し得ることは周知である。

デジタルプロセス回路 108 に取り込んだ被写体に関する輝度情報をシステムコントローラ 112 が解析（演算）することによって被写体輝度が

測光され、この解析結果を基にしてシステムコントローラ 112 が露出制御ドライバ 117 を介して露出制御機構 103 或いはストロボ 116 を駆動することによって露出が制御される。シャッタとして素子シャッタ機能を使用する場合は CCD ドライバ 106 で CCD の駆動を制御することによって実現することができる。

図 2 に示すように、標準 ($\gamma = 0.45$) の場合の露出制御ポイント 46 は、最大入力デジタル値 255 の 18% に相当している。この入力デジタル値 46 は、標準 γ における入力レンジの対数的中点にほぼ相当している。再生系における理想的デガンマ (即ち、トータルリニア) を仮定した場合には、この入力デジタル値 46 は、実際には、再生系の表示レンジの対数的中点に相当する。この入力デジタル値 46 に対応する出力デジタル値は、図 2 から値 104 が相当している。

尚、階調特性の中で、一般的に主要被写体を撮影する場合に、被写体照度に対応する可能性が最も多い領域は、被写体レンジの対数的中点付近である。この領域は、数値的には白レベルと黒レベルの対数的中点である 18% に相当することになる。ここで、白レベルとは、拡散反射率が最高の被写体の反射率約 98% を想定し、黒レベルとは、拡散反射率が最低の被写体の反射率約 3.3% を想定している。この知見に基づいて、写真技術分野においては、以前から被写体を代表する標準反射率の数値或いは評価用の標準反射版の反射率として 18% が採用されている。

但し、本発明者の検討によれば、実際の撮影においては、上記最低反射率の数値を 4% と仮定した対数的中点値 20% を採用した方が良い結果をもたらす場合も多く、この意味で露出制御ポイントの設定値としては 18 ~ 20% 程度が最良の結果を得るための設定目標値 (狙い値) ということができる。

ここで、上記は被写体レンジに関して考察されているが、これは撮像 - 表示系が仮定する理想的なガンマ変換 (即ちトータルリニア) を仮定すればこれは「出力装置 (表示装置)」における最終的な光出力階調 (表示レンジ) においても同様の意味を有している。実際には出力像を観察する場

合の視覚特性に関して、ウェーバーの法則或いはフェヒナーの法則に支配される刺激強度に対する対数的認識特性を前提に、上記「対数的中点」が好ましいとされている。

5 この意味では、露出制御目標値は、（トータルリニアを仮定した）標準的階調変換特性においては変換入力側（被写体比例信号）の値（上記18～20%）を基準とすべきであるが、これから任意の変換特性に切り換えた場合はむしろ標準特性時においてこれに対応する変換出力側（ガンマ後信号）の値を基準に用いることが望ましい。

10 また、現実のカメラにおいては、種々の誤差要因があり、また製品評価における許容限界にはある程度の自由度があることも併せて、上記設定目標値に対して概ね $\pm 1/3 \text{ EV}$ の範囲（即ち $18\% - 1/3 \text{ EV} = 14.3\%$ 以上、 $20\% + 1/3 \text{ EV} = 25.2\%$ 以下）にある設定値までは本発明の数値限定範囲に含まれるものであることを付言する。なお、 $\pm 1/3 \text{ EV}$ は、例えばJISやISOなどの規格においても、当該分野における標準的許容誤差範囲として多く採用されている数値である。尚、念のため付け加えれば、さらに誤差が $\pm 0.1 \text{ EV}$ 以下であれば、当該分野においてほとんど全ての場合に、何の条件も無く同一視され得ることは明らかである。

20 このように制御することによって、主要被写体（測光値によって代表される被写体）は、標準的階調特性における撮像時とほぼ同じ出力輝度域、即ち出力装置（表示装置）における表示レンジの対数的中点付近に輝度が分布する画像として再現される。

さて、モードが切り換えられると、露出制御目標値は、モード切り換えに対応してそれぞれの値71，104に切り換えられる。即ち、 $\gamma = 0.7$ についての目標値 s は、 $(105/255) = (s/255)^{0.7}$ の解として71が求まり、 $\gamma = 1$ については、 $y = x$ であるから、出力対応値そのまま104である。このとき、露出制御目標値は、入力レンジの対数的中点には対応しなくなるが、主要被写体（測光値によって代表される被写体）の出力レベルは、変化されない。

このように本実施形態によれば、ガンマ値に対する複数の制御目標値（ガンマ出力値が同一となる）を予め設定し、ガンマ特性を切り換える際に、ガンマ入力側でガンマ値に対応して露出を制御し、複数の制御目標値を切り換えることにより、画像信号の平均的レベルをほぼ一定に保つようにしている。このため、ガンマが切り換えられても平均的露光に対する出力レベルが同一になるような露出制御を行うことができ、その有用性は極めて大である。

より具体的に上述した γ 特性の切り替えについて図3及び図4を参照して説明する。なお、以下特記無い限りゲインコントロールアンプ107Aの増幅値は固定されているものとする。

図3および図4は、実際の撮像に先だって行なわれる γ 特性の設定制御およびこれに対応した露出目標値の設定制御を説明するフローチャートであり、カメラの動作全体の制御フロー（メインフロー）において適時に呼び出されて実行されるサブフロー（プログラムにおけるサブルーチンに相当）の形式で表現されている。

ユーザによる γ の指定は、これらのサブフローの実行以前にモード設定スイッチ113Aによって行なわれており、その指定された設定パラメータ（ γA 、 γB 、 γC のいずれか）が図示しないメモリに格納されているものとする。また、ユーザが意図的に γ を指定しない場合にはデフォルト設定 γC が採用される。なお、本カメラにおいてデフォルト設定 γC としては先に説明した図2における標準 γ （ $=0.45$ ）が用いられるものとする。

γ 特性の設定は、図3に従って次のように行なわれる。すなわちシステムコントローラ112は、上記メモリに格納された γ 設定パラメータを読み出し、ステップS2におけるチェックで $\gamma = \gamma A$ が判定されれば、ステップS5においてデジタルプロセス回路108の階調変換部108の変換特性を、 γA に対応した特性（図2における $\gamma = 1$ の特性）に設定する。ステップS2において $\gamma = \gamma A$ が判定されない場合は、次のステップS3におけるチェックで $\gamma = \gamma B$ が判定されれば、ステップS6においてデジ

タルプロセス回路 108 階調変換部 108 A の変換特性を、 γ B に対応した特性（図 2 における $\gamma = 0.7$ の特性）に設定する。ステップ S 3 において $\gamma = \gamma$ B が判定されない場合は、ステップ S 4 においてデジタルプロセス回路 108 の階調変換部 108 A の変換特性を、 γ C に対応した標準 γ 特性（図 2 における $\gamma = 0.45$ の特性）に設定する。そしていずれの場合も最終的にはステップ S 7 によりこのサブフローを終了して、メインフローの所定のステップに戻される。

ガンマ値が設定されると、図 4 に示す露出の目標値の設定処理が開始される。すなわち、システムコントローラ 112 は、ステップ S 12 におけるチェックで $\gamma = 1$ が判定されれば、ステップ S 15 において（入力デジタル値における）露出の目標値を 104 に設定する。ステップ S 12 において $\gamma = 1$ が判定されない場合は、次のステップ S 13 におけるチェックで $\gamma = 0.7$ が判定されれば、ステップ S 16 において（入力デジタル値における）露出の目標値を 71 に設定する。ステップ S 13 において $\gamma = 0.7$ が判定されない場合は、ステップ S 14 において（入力デジタル値における）露出の目標値を 46 に設定する。これらいずれの値も、その時設定された各階調特性においては出力デジタル値 104 に対応している。そしていずれの場合も最終的にはステップ S 17 によりこのサブフローを終了して、メインフローの所定のステップに戻される。

なお、上記実施形態においてはプリプロセス回路 107 中のゲインコントロールアンプ 107 A のゲインを固定していたが、露出制御方法として、通常の提供素子における蓄積電荷量を調節する方法以外に、ゲインコントロールアンプ 107 A を用いて、リニア系における回路ゲインを可変する方法を、単独でまたは併せ用いるようにしても良い。上述したように入力デジタル値 104、71、46 のいずれかが（目標値として）設定されると、図 1 に示されるシステムコントローラ 112 は設定された入力デジタル値を制御目標として露出制御を実行するように露出制御ドライバ 117 をセットすることとなる。また、システムコントローラ 112 は、上述の通りデジタルプロセス回路 108 の階調変換部 108 A に対してモード

設定スイッチ 113A でユーザによってセットされた階調、即ち、 γ で入力デジタル画像信号を出力デジタル画像信号に変換する処理を実行するようにこのデジタルプロセス回路 108 を設定する。

5 撮影が開始されると、設定された階調特性に従って、露出制御機構 103 が制御されて上記露出目標値に基づいた適正露光で被写体の画像が CCD 105 で撮影される。この CCD 105 からの画像信号は、プリプロセス回路 107 を経た後デジタルプロセス回路 108 の階調変換部 108A で所定の γ 変換処理を受けて目標とするデジタル出力値をその中心的な出力値とする画像信号に変換されてメモリカード 110 に格納され、また、
10 LCD 111 に供給されて LCD 111 に表示される。

以上のように、一連の処理によって、ユーザが階調特性を替えてユーザの好みに応じた撮影をする場合にあって、入力デジタル値の露出目標値が変更されて出力の中心点が一定の基準点に維持された状態で、ユーザの好みに応じた階調特性を有する被写体像に対応した出力がデジタルプロセス回路 108 から出力される。
15

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。本実施形態では、露出制御をガンマ入力側で行ったが、目標値を 104 と固定してガンマ出力側で行うことも可能である。この場合、出力特性の制御が単純化できる。但し、被写体の平均演算においてガンマ値の影響が生ずる虞がある。
20

図 5 は、この発明の他の実施形態に係る階調特性及び露出目標値の制御系を説明する為のグラフである。この図 5 においては、説明を簡素化するために入出力デジタルデータは、共に 8 ビットデータを仮定している。図中の実線は、標準 ($\gamma = 0.45$)、破線は、 $\gamma = 0.7$ (knee 付き)
25)、一点鎖線は $\gamma = 1$ (knee 付き) の場合のグラフを示している。既に説明した実施形態と同様に、このこの実施形態に係るデジタルカメラでは、モード設定スイッチ 113A において、デフォルトの「標準」から他の 2 つのモード ($\gamma = 0.7$ 、 $\gamma = 1$) のいずれかに選択的に切替えてこれらのモードに設定できる。

既に説明したと同様に、標準 $\gamma = 0.45$ は実際には、デジタルカメラの標準規格である JEIDA DCF規格の推奨特性： $y = 1.099 \times x^{0.45} - 0.099$ である。（ただし、 $x = \text{入力} / 255$ ， $y = \text{出力} / 255$ であり、上記式は $x \geq 0.018$ に適用され、 $x < 0.018$ においては $y = 4.5 \times x$ が適用される。）

この実施形態では、図 5 に示されるような γ 変換特性で入力画像信号を出力画像信号に変換する特性を図 1 に示される階調変換部 108A に与えている。この図 5 に示される γ 特性では、 $\gamma = 1$ ， 0.7 及び 0.45 のグラフのいずれも、ある露出制御ポイント（入力デジタル値 46 及び出力デジタル値 104）を通るように図 2 に示される γ 特性のグラフに夫々係数が乗じられている。換言すれば、 $\gamma = 1$ ， 0.7 及び 0.45 のグラフがある露出制御ポイントで交差するように図 2 に示される γ 特性のグラフに夫々係数が乗じられている。

$$y = 2.2609 \times x$$

$$y = 1.3525 \times x^{0.7}$$

単に図 2 に示される γ 特性のグラフに夫々係数を乗じる場合には、被写体再現域が狭くなってしまう。そこで、図 5 に示すグラフでは、主要被写体の階調領域に対応する上記交差点付近の領域よりも信号値が充分大きい領域である $y > 0.75$ （出力値デジタル値 192 以上）については、いわゆる $knee$ （ニー）特性を与えて、主要被写体（即ち交差点付近の領域）に対してはハイコントラストであるが、高レベル領域のみ圧縮をかけることで再現域を確保するように特性を工夫している。

ガンマ変換部 108A の入力側、所謂リニア系と称せられる回路部で制御目標値が常にデジタル値 46 となるように露出が制御される。このときモードを切り換えても感度は変わらず、感度測定基準点が 104 に維持され、従って、主要被写体の出力レベルにおける階調の中心レベルは、変化されない。

この場合図 1 に示されるシステムにおいては、先の実施例と同様になる露出制御は、システムコントローラ 112 によって露出制御ドライバ 117

のパラメータが設定されることにより実現されるが、制御目標値は、デジタル値 46 に固定的に設定され、 γ が切り換わっても変化させない。また、 γ 値の設定は、図 3 に示したと同様の手順で設定される。但し、 γ_A 、 γ_B に対応した特性は、それぞれ図 5 における $\gamma = 1$ 、 $\gamma = 0.7$ の特性となる。

なお、この例では 3 つの特性曲線の各交差点は完全に一致しているが、この一致は「事実上の一致」であれば目的を達成することができ充分であることは言うまでも無い。即ち、例えば上記例では 3 特性の交差を取り扱っているから、このうち 2 特性相互について交差点が 1 つ生じる場合には交差点は計 3 点生じ得るが、この 3 点が十分に近接していれば、上記「一致」と全く同様の効果を発揮するものである。

従ってまた、本発明における「共通の特性曲線交差点（1 つの入力値が、選択された特性に係らず同一の出力値に変換されるような点）」とはこのような場合をも含んだ「共通の」であり「同一」を意味することは当然である。また、この場合、事実上の一致の判断に関しても、先の場合と同様に概ね $\pm 1/3 \text{ EV}$ の範囲（相対％表示で、 -20.6% 、 $+26.0\%$ ）が基準となり得る。（あるいは $\pm 0.1 \text{ EV}$ 以下であればさらに望ましいことは勿論である。）

上記のように特性曲線の交差点を表示上の「感度」の測定点に一致させれば、測定、表示上の感度を不変に保つことができる。この観点のみに着目した場合、露出目標値をこの点に合わせることは必須では無い。

つまり、露出制御目標値を特性交差点からずらせば出力レベルは変動するが、それとは無関係に少なくとも測定、表示上の「感度」は一定に保たれるから、これは「露出目標値の設定による出力レベルの一定化」とは異なる独立の効果を有していると言える。

また、出力レベルを一定に保つことに対しての作用に着目したときも、露出制御目標値の設定を特性交差点近傍に設定すれば、仮に若干の設定ずれを含んだとしても、交差点の近傍であるから出力レベル変動は小さく、実用上無視できる程度に納められる可能性が高くなることになる。

そして、特性交差点を感度測定基準点に設定した上で、さらに上記実施例のようにその点に露出目標値を一致させれば、感度不変と出力レベル不変が完全に両立することになり、極めて効果的である。

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。実施形態では、デジタルカメラは自動露出機能を有しているものであったが、これに限らずマニュアル露出のみを有したカメラであってもよい。この場合、複数の特性曲線の共通の交差点に相当する被写体露光量或いは出力レベルをそれぞれ「推奨平均露光量」「推奨平均露光レベル」としてカメラの使用者（撮影者）に対して提示することによって、撮影者は例えば単体露出計や単独調光機能付き外部ストロボを用いて良好な撮影を行うことができ、その際、露出計やストロボの設定を、階調特性によって切り換える必要が無いという効果を有する。

また、実施形態では、プログレッシブ型のCCD撮像素子を用いている場合について説明したが、信号読み出し方式はこれに限らず、インターレース型であっても良く、さらにCCDに限らず各種の固体撮像素子を用いることができる。また、本発明は必ずしもデジタルカメラに限るものではなく、ムービーカメラに適用することも可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

上述した実施例において図2及び図3に示す入力デジタル値を大きくする為に加算撮影モードで図1に示されるCCD105の感度を向上してCCD105からの画像信号の出力を大きくすることができる。

ところで一方、CCD撮像素子105からの信号を利用するに際して、感度やSNを向上するなどの目的のため、近隣の画素信号同士を加算するいわゆる画素加算技術が知られている。この技術は、例えば、上述した実施例に対して「加算撮影モード」として適用すれば、図1に示されたCCD105の感度が向上されることから、図2及び図3に示す入力デジタル値に対応するCCD105からの画像信号の出力を大きくすることができる。

この加算撮影モードの設定について図1、図6及び図7を参照して説明

する。尚、この加算モードは、図1に示されるモードスイッチ113Aで設定される。

図1に示されるCCD105は、図6に示すように、マトリクス配置されたフォトダイオード201、複数本の垂直CCD202、1本の水平CCD203、及び出力アンプ204から構成されたインターライン(IT)型で、プログレッシブ(順次走査)駆動方式のものを採用しているものとする。ここでは、説明を簡単にする目的でこのCCD105は、モノクロ素子であると仮定する。

また、撮像素子105から出力されてプリプロセス回路107に入力された画像信号は、図7に示すように、リセットレベルと信号レベルの差分を取るための相関二重サンプリング回路(correlated double sampling circuit)(CDS回路)301に入力される。この相関二重サンプリング回路(correlated double sampling circuit)(CDS回路)301において、画像信号からリセット雑音が除去されてOBクランプ回路(OBCLP回路)302に入力される。OBクランプ回路(OBCLP回路)302において、OB(optical black)画素からの信号(OB基準レベル)を基準に画像信号の一部がクランプされる。OBクランプ回路(OBCLP回路)302から出力される画像信号は、A/Dコンバータ303に入力される。そして、このA/Dコンバータ303において、画像信号は、CCDの駆動に対応した所定のサンプリング周波数にてデジタル信号に変換される。

ここで、A/Dコンバータ303は、最小入力レベル(入力0基準)が一侧の基準電圧 V_{refZ} に等しく0Vで、最大入力レベル(即ち最大量子化レベル)が+側の基準電圧 V_{refP} に等しく、この基準電圧 V_{refP} を可変できる。A/Dコンバータ303では、この基準電圧 V_{refP} を変えることにより最大量子化レベルを可変できる。従って、例えば、 V_{refP} が2倍となると、最大量子化レベルは2倍となる。尚、最大入力レベルと基準電圧 V_{refP} は、等しい必要は無く、基準電圧 V_{refP} を変えることにより、最大量子化レベルを可変することができるように

A/Dコンバータ303を含む回路が構成されれば良い。

撮影モードには、モード設定スイッチ113Aで設定される通常撮影モード及び加算撮影モードがある。モード設定スイッチ113Aによって、通常撮影モードからこの加算撮影モードに或いはその逆に切替ることができる。加算撮影モードでは、システムコントローラ112は、CCDドライバ106をこの加算撮影モードに対応する駆動方式に設定し、CCDドライバ106は、CCD105に対してその素子内で複数の画素信号を加算させて信号読み出しするようにこのCCD106を駆動する。即ち、

(1) 毎回の水平ブランキング期間内に n 画素分 (n 転送単位) に相当するVCCD駆動パルスを出力する。具体的には、 $n=2$ とし、垂直方向の2画素を水平転送路内で加算する。

(2) 水平転送に際して、 m 画素加算駆動によって、水平転送路の出力部に設けられたフローティングディフュージョンアンプ (FDA) のディフュージョン部で加算する。即ち、毎回のリセットパルス印加後の電荷転送期間に m 画素分 (m 転送単位) に相当するHC CD駆動パルスを出力する。具体的には $m=2$ とし、垂直加算後の2画素、即ち画素部の4画素が加算される。

上述する方法で水平垂直 2×2 画素が加算される。また、この加算では露光量の目標値は、通常撮影モードの $1/2$ 倍に制御される。更に、A/Dコンバータ303における基準電圧 V_{refP} の大きさが通常モードの2倍に設定される。

このようにすれば、露光量が $1/2$ で4画素加算であることから、撮像素子からは通常の2倍 ($1/2 \times 4 = 2$) の画像信号が出力される。ここで、A/Dコンバータ303の V_{refP} を通常モードの2倍にしていることから、上記の画像信号がA/Dコンバータ303でクリップされることなく (より正確には通常と同じクリップレベルで) A/D変換される。つまり、4画素が加算された場合であっても、加算画素信号がA/Dコンバータ303でクリップされて画質劣化が生じるのを防止することができる。

また、上記説明では露光量は $1/2$ ($1/N$)、加算画素数は 4 としたが、他の任意の設定もあり得る。例えば、露出制御の目標値が通常と同じ (1 倍) であるとする、信号レベルは 4 倍になるので、 V_{refP} も通常撮影モードの 4 倍に設定する。これらの関係を下記のテーブル 1 に示しておく。

テーブル 1

4 画素加算	露出目標レベル	V_{refP}
N	1	1
Y	$1/2$	2
Y	1	4

また、垂直方向のみの加算 (2 画素加算) の場合は下記のテーブル 2 のようにすればよい。

テーブル 2

2 画素加算	露出目標レベル	V_{refP}
N	1	1
Y	$1/2$	1
Y	1	2

この垂直方向のみ 2 画素加算の場合も、AD 変換後のデジタル信号処理の始めに水平 2 画素 (デジタル) 加算平均演算を行うことで、総合的に 4 画素加算を実現することができる。

ここで、いずれも総合 4 画素加算であるとして、上記テーブル 1 またはテーブル 2 における画素加算時の 2 種類の露出目標レベル ($1/2$ と 1) に対応する 2 種類の撮像の差異について補足説明する。目標レベルが $1/2$ の場合は、前述のとおり非加算時と同等の SN と飽和レベルを確保した状態で感度が 2 倍に向上した撮像に相当している。また、目標レベルが 1 の場合は非加算時と同じ感度と飽和レベルで、SN が 2 倍 (6 dB) 向上した撮像に相当している。

このように本実施形態によれば、加算撮影モードにおける加算画素数に対応して、A/D コンバータにおける基準電圧 V_{refP} を可変し、量子

化最大レベルを可変設定することにより、アナログ加算方式による画素加算を行っても、A/D入力電圧がA/Dの量子化最大電圧を超えるため信号がクリップされてしまう不具合を解消することができる。このため、A/Dコンバータにおけるクリップによる画質劣化を防止しながら、アナログ加算方式の画素情報加算による感度向上撮影が可能となる。

5 なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。本実施形態では、撮像素子としてCCDを用いたが、これに限らずBBD、CID等を含むCTD（電荷転送素子）であれば適用可能である。さらに、加算画素数は4画素や2画素に何ら限定されるものではなく、仕様に応じて適宜変更可能である。

10 また、「撮像素子から読み出した画像信号を量子化するA/D変換手段における量子化最大レベル」とは、撮像素子出力画像信号に対する相対的な量子化レベルに着目したものであるから、これを可変する手段としては上記実施形態のようにA/Dコンバータの基準電圧を可変するもの以外にも、任意の手段、例えば撮像素子出力画像信号がA/Dコンバータに入力される以前にアンプ又はアッテネータを介挿し、増幅率又は減衰率を可変する、等の構成を使用しても良い。

15 また、実施形態ではモノクロ撮像装置の例を説明したが、本発明はカラー撮像装置に適用することも可能である。さらに、デジタルスチルカメラに限らず、ムービーカメラを含む任意の撮像装置に適用可能であることは言うまでもない。

20 Additional advantages and modifications will readily occur to those skilled in the art. Therefore, the invention in its broader aspects is not limited to the specific details and representative embodiments shown and described herein. Accordingly, various modifications may be made without departing from the spirit or scope of the general inventive concept as defined by the appended claims and their equivalents.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. 被写体からの光線を受けて被写体画像が形成され、この画像をオリジナル画像信号に変換する撮像素子と、

第1及び第2の階調モードの一方を指定する指定手段と、

5 この指定されたモードに従って前記撮像素子からのオリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換手段であって、前記出力画像信号は、第1階調モードの指定では、第1の階調を有し、第2階調モードの指定では、第2の階調を有する変換手段と、及び

10 前記指定手段での一方モードの指定に従って前記変換手段に入力されるオリジナル画像信号のレベルを調整する調整手段であって、前記第1及び第2階調モードの指定にあっても、前記変換手段から出力される出力画像信号の平均的レベルを略一定レベルに保つ調整手段と、
から構成される被写体を撮影する撮像装置。

2. 前記調整手段は、

15 前記撮像素子から出力されるオリジナル画像信号を増幅するその調整可能な1つのゲインで調整可能な増幅手段及び

前記指定モードに従って前記増幅器のゲインを設定する設定手段を含む請求項1に記載の撮像装置。

3. 前記調整手段は、

20 前記指定されたモードに従って前記撮像素子上に形成される被写体画像の露光量を制御する露出制御手段を含む請求項1に記載の撮像装置。

4. 前記指定されたモードに従って第1及び第2の露出制御目標値の一方を設定する設定手段を更に含む請求項3に記載の撮像装置。

5. 前記露出制御手段は、

25 前記階調変換手段から出力される出力画像信号を解析して露出制御のための測光値を算出し、この測光値及び前記指定されたモード及び前記測光値に従って第1及び第2の露出制御目標値の一方を設定する設定手段を含む請求項3に記載の撮像装置。

6. 前記指定手段は、第1及び第2の階調モード及び第3の階調モード

の 1 つを指定し、

前記変換手段は、第 3 階調モードの指定では、オリジナル画像信号を第 3 の階調を有する出力画像信号に変換し、

5 前記調整手段は、前記第 1、第 2 及び第 3 階調モードの指定にあっても、前記変換手段から出力される出力画像信号の平均的レベルを略一定レベルに保つ請求項 1 に記載の撮像装置。

7. 前記変換手段は、第 1 の階調を規定する第 1 の階調特性曲線及び第 2 の階調を規定する第 2 の階調特性曲線に従ってオリジナル画像信号を出力画像信号に変換する請求項 1 に記載の撮像装置。

10 8. 前記第 1 及び第 2 の階調特性曲線は、互いにある目標値で交差し、この目標値は、出力画像信号の平均的出力レベルにほぼ相当する請求項 7 に記載の撮像装置。

15 9. オリジナル画像信号の入力に対して所定レベル範囲内の出力画像信号の関係について前記第 1 及び第 2 の階調特性曲線が適用される請求項 7 に記載の撮像装置。

10. 被写体からの光線を受けて被写体画像が形成され、この画像をオリジナル画像信号に変換する撮像素子と、

第 1 及び第 2 の階調モードの一方を指定する指定手段と、

20 この指定されたモードに従って前記撮像素子からのオリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換手段であって、前記出力画像信号は、第 1 階調モードの指定では、第 1 階調特性曲線によって規定された第 1 の階調を有し、第 2 階調モードの指定では、第 2 階調特性曲線によって規定された第 2 の階調を有する変換手段と、及び

25 前記指定手段での一方モードの指定に従って前記変換手段に入力されるオリジナル画像信号の平均的レベルを略一定レベルの露出制御目標値に保つ調整手段と、

から構成される被写体を撮影する撮像装置において、

前記第 1 及び第 2 の階調特性曲線は、互いに交差し、この交差点の前記階調変換特性の入力側における値は、前記露出制御目標値にほぼ相当する

撮像装置。

1 1. 前記特性曲線の交差点は、前記階調変換特性の入力側の値において、最大信号レベルの 18 ～ 20 % に対応するように定められている請求項 10 に記載の撮像装置。

5 1 2. 前記第 1 及び及び第 2 の階調特性曲線のうち少なくとも 1 つは、前記特性曲線の交差点よりも信号値が大きい領域にニーポイントが設定されたニー特性を有する請求項 10 に記載の撮像装置。

13. 被写体からの光線を受けて被写体画像が形成され、この画像をオリジナル画像信号に変換する撮像素子と、

10 第 1、第 2 及び第 3 の階調モードの一方を指定する指定手段と、

この指定されたモードに従って前記撮像素子からのオリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換手段であって、前記出力画像信号は、第 1 階調モードの指定では、第 1 階調特性曲線によって規定された第 1 の階調を有し、第 2 階調モードの指定では、第 2 階調特性曲線によって規定された第 2 の階調を有し、第 3 階調モードの指定では、第 3 階調特性曲線によって規定された第 2 の階調を有する変換手段と、

15 から構成される被写体を撮影する撮像装置において、

前記第 1、第 2 及び第 3 の階調特性曲線は、ほぼ同一の点において互いに交差する撮像装置。

20 14. 前記特性曲線の交差点は、前記階調変換特性の入力側の値において、最大信号レベルの 18 ～ 20 % に対応するように定められている請求項 13 に記載の撮像装置。

15. 前記第 1、第 2 及び第 3 の階調特性曲線のうち少なくとも 1 つは、前記特性曲線の交差点よりも信号値が大きい領域にニーポイントが設定されたニー特性を有する請求項 13 に記載の撮像装置。

25 16. 被写体から送られた光線を受け入れて被写体画像を形成し、この画像をオリジナル画像信号に変換する撮像工程と、

第 1 及び第 2 の階調モードの一方を指定する指定工程と、

この指定されたモードに従って前記オリジナル画像信号を出力画像信号

に変換する変換工程であって、前記出力画像信号は、第1階調モードの指定では、第1の階調を有し、第2階調モードの指定では、第2の階調を有する変換工程と、

前記指定されたモードに従って前記変換工程に入力されるオリジナル画像信号のレベルを調整する調整工程であって、前記第1及び第2階調モードの指定にあっても、前記変換工程から出力される出力画像信号の平均的レベルを略一定レベルに保つ調整工程と、

から構成される被写体を撮影する撮像方法。

17. 前記調整工程は、

前記指定されたモードに従って前記撮像素子上に形成される被写体画像の露光量を制御する露出制御工程を含む請求項16の撮像方法。

18. 前記変換工程では、第1の階調を規定する第1の階調特性曲線及び第2の階調を規定する第2の階調特性曲線に従ってオリジナル画像信号を出力画像信号に変換する請求項16の撮像方法。

19. 前記第1及び第2の階調特性曲線は、互いにある目標値で交差し、この目標値は、出力画像信号の平均的出力レベルにほぼ相当する請求項18の撮像方法。

20. 被写体からの光線を受けて被写体画像を形成し、この画像をオリジナル画像信号に変換する画像形成工程と、

第1及び第2の階調モードの一方を指定する指定工程と、

この指定されたモードに従って前記オリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換工程であって、前記出力画像信号は、第1階調モードの指定では、第1階調特性曲線によって規定された第1の階調を有し、第2階調モードの指定では、第2階調特性曲線によって規定された第2の階調を有する変換工程と、及び

前記指定工程での一方モードの指定に従って前記変換工程におけるオリジナル画像信号の平均的レベルを略一定レベルの露出制御目標値に保つ調整工程と、

から構成される被写体を撮影する撮像方法において、前記第1及び第2

の階調特性曲線は、互いに交差し、この交差点の前記階調変換特性の入力側における値が前記露出制御目標値にほぼ相当させる撮像方法。

21. 前記特性曲線の交差点は、前記階調変換特性の入力側の値において、最大信号レベルの18～20%に対応するように定められている請求項20に記載の撮像方法。

22. 前記第1及び及び第2の階調特性曲線のうち少なくとも1つは、前記特性曲線の交差点よりも信号値が大きい領域にニーポイントが設定されたニー特性を有する請求項20に記載の撮像方法。

23. 被写体からの光線を受けて被写体画像を形成し、この画像をオリジナル画像信号に変換する画像形成工程と、

第1、第2及び第3の階調モードの一方を指定する指定工程と、

この指定されたモードに従って前記オリジナル画像信号を出力画像信号に変換する変換工程であって、前記出力画像信号は、第1階調モードの指定では、第1階調特性曲線によって規定された第1の階調を有し、第2階調モードの指定では、第2階調特性曲線によって規定された第2の階調を有し、第3階調モードの指定では、第3階調特性曲線によって規定された第2の階調を有する変換工程と、

から構成される被写体を撮影する撮像方法において、

前記第1、第2及び第3の階調特性曲線をほぼ同一の点において互いに交差させる撮像方法。

24. 前記特性曲線の交差点は、前記階調変換特性の入力側の値において、最大信号レベルの18～20%に対応するように定められている請求項23に記載の撮像方法。

25. 前記第1、第2及び第3の階調特性曲線のうち少なくとも1つは、前記特性曲線の交差点よりも信号値が大きい領域にニーポイントが設定されたニー特性を有する請求項23に記載の撮像方法。

26. マトリクス配列された多数の画素素子及びインターライン型電荷転送路を有し、当該撮像素子上に被写体の像が形成されて前記画素素子から画素電荷が発生される撮像素子と、

この撮像素子を駆動してこの撮像素子から画素電荷を画像信号として読み出す駆動手段であって、この駆動手段は、前記画素電荷を加算して加算された画素電荷を画像信号として読み出す加算モードを設定する駆動手段と、

5 前記画像信号を量子化するA/D変換手段と、

、前記A/D変換手段における最大量子化レベルを設定する量子化レベル設定手段であって前記加算読み出しの加算数に従って最大量子化レベルが可変される量子化レベル設定手段と、

から構成される撮像装置。

10 27. 前記撮像素子上の画像の露光量を制御する露出制御手段であって目標露光値を設定する露光制御手段を更に有し、前記量子化レベル設定手段は、前記加算読み出しの加算数に加えて前記目標露光値に従って前記量子化最大レベルを設定する請求項26の撮像装置。

15 28. 更に、前記水平転送路に接続された画像信号を増幅するアンプを具備し、前記インターラインタイプの電荷転送路は、垂直方向沿った画素素子の配列の間に配置されている多数の垂直転送路及び水平方向に沿って配置され、前記垂直転送路の一方の側に配置され、前記アンプが接続された水平転送路を含み、前記駆動手段は、前記撮像素子に対して前記水平転送路内で前記垂直転送路から出力される隣接画素を加算させ、前記水平転送路から転送される隣接画素を前記アンプで加算させる請求項26の撮像装置。

20

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

被写体を撮像するＣＣＤ撮像素子１０５と、この撮像素子１０５における露出を制御する露出制御機構１０３と、撮像素子１０５の出力信号に基づいて複数の異なる階調特性（ガンマ）の画像信号を生成可能な階調変換回路を有するデジタルプロセス回路１０８と、階調変換回路が使用する階調変換特性を選択する選択回路を有するシステムコントローラ１１２とを具備し、複数の階調特性を切り換え可能なデジタルカメラにおいて、ガンマ切り換えによって感度（出力信号レベル）の変動が生じないようにするために、平均的露光に対する出力レベルが常に同一になるように、露出制御機構１０３で露出制御を行って選択したガンマ値に応じて複数の制御目標値を切り換える。

TITLE OF THE INVENTION

IMAGING APPARATUS

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application is based upon and claims the
benefit of priority from the prior Japanese Patent
Applications No. 2000-183310, filed June 19, 2000,
No. 2000-188030, filed June 22, 2000, and
No. 2000-188031, filed June 22, 2000, the entire
contents of which are incorporated herein by reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

The present invention relates to an imaging
apparatus in which a gradation (gamma: γ) property
(gradation property curve) can be changed, and
particularly to an imaging apparatus in which the
gradation property can be changed and exposure control
is improved.

Moreover, the present invention relates to an
imaging apparatus in which an image pickup device such
as CCD is incorporated, and particularly to an imaging
apparatus in which sensitivity is enhanced by addition
of pixels.

2. Description of the Related Art

In recent years, an imaging apparatus has
intensively been developed in which a still picture or
an image of a photographic subject is taken by an image
pickup device such as CCD and converted to an image

signal. In such known imaging apparatus, a gradation property (output signal level property corresponding to photographic subject luminance) can be changed.

Concretely, for example, in a broadcasting TV camera or a so-called industrial camera (ITV), the gradation property is set to one of a standard set mode ($\gamma = 0.45$) and a linear property set mode ($\gamma = 1$) by so-called "gamma change".

Here, a γ (gamma) value is an index. Dissociation from a linear input/output property is noted as well known, and a relation between input x and output y is approximately represented by an equation $y = a \times x^\gamma + b$ (a, b are constants). Therefore, when $\gamma = 1$, the input and output are in a proportional relation. Additionally, since b corresponds to a pedestal or an offset, it is often taken into consideration independently of the γ value.

A value $\gamma = 0.45$ is a standard system value in broadcasting, and selected as a value for obtaining a general high quality (visually satisfactory image quality for a purpose of appreciation) in consideration of the gradation property of a reproduction system. On the other hand, $\gamma = 1$ is selected as a value for removing an error factor attributed to a gradation conversion circuit for a purpose of measurement or in camera adjustment.

An automatic exposure control is often used for

09883833.092401

the camera described above. Generally, a control
object of the automatic control is an output from the
image pickup device, that is, a linear signal before
inputted to the gradation conversion circuit usually
called " γ conversion circuit". According to the
control method, optimum exposure control directly
corresponding to a dynamic range of the image pickup
device can be realized.

In recent years, an electronic still camera which
is one type of the electronic imaging apparatus
described above and which is capable of recording a
still picture has come into wide use in the name of a
"digital camera", and there has been a need for a
change of the gradation property in a meaning different
from that of a broadcasting TV camera or an industrial
camera. That is, there has been a demand for a digital
camera in which an optimum gradation can selectively be
set in accordance with user's taste or scene situation
in order to obtain a high-quality picture comparable to
a picture on a silver-halide or silver-salt film.

On the other hand, for the digital camera intended
to take the picture corresponding to the silver-halide
picture, a natural requirement is that a person
skillful in taking the silver-halide picture can
satisfactorily use the digital camera. Therefore,
specifications and operability (so-called handiness)
equivalent to those of the silver-halide picture are

09883838.092401
T04260"EE88860

required in background. To this end, for example, an attempt to indicate "sensitivity" of the digital camera in so-called "ISO indication" similarly as a conventional silver-halide film has been carried out.

5 One attempt is described in "Television Society Technical Report/Yoshida: Study on Digital Camera Sensitivity (Speed) Indicating Method: ITE Technical Report Vol. 20, No. 58, PP. 85 to 90, CE'96-25 (Nov., 1996)". In a measuring method used in the sensitivity
10 indicating method, the sensitivity is defined with "an exposure amount which gives a predetermined value (proposed value 106.5/255) defined in an intermediate range (satisfactory gradation reproduction range) of a digital value recorded by the digital camera". With
15 the camera having the same "sensitivity" obtained by the measuring method, the same digital signal output is obtained during photography with the predetermined exposure amount for a measurement reference.

 Additionally, another discussion is necessary for
20 judging whether this proposal can be said to correspond to the so-called "ISO indication". However, the "sensitivity" itself proposed in the document is "an index indicating the exposure amount necessary for obtaining an image with the same brightness (output
25 level)", and is therefore significant. Moreover, in the following description, the "sensitivity" indicates such sensitivity as described in the document (the

09883833-092401
T04260-2288860

5

10

15

25

in a vertical direction and two pixels in a horizontal direction are added, then resolution is deteriorated, but the sensitivity can be enhanced.

Known examples of an adding method include an
5 outer digital adding system, device inside analog
adding system, and the like. The outer digital adding
system comprises: reading a pixel signal from the image
pickup device for each pixel in a usual method,
subsequently subjecting the signal to A/D conversion,
10 and adding the pixel signals in a digital system. On
the other hand, in the device inside analog adding
system, transfer drive of a CCD image pickup device is
devised in the image pickup device, and charges are
added in a transfer path. As a result of comparison of
15 the systems, the analog adding system is superior in
that a frame rate can also be enhanced.

Additionally, when this technique is actually
applied to the electronic camera, the sensitivity can
be enhanced, but a noise increases with the sensitivity
20 enhancement. Beyond simple resolution deterioration
because of a decrease of the number of pixels, image
quality deterioration further occurs.

In this respect, for example, it is also described
in the conventional publication that fourfold-
25 sensitivity can be obtained in addition of four pixels.
However, this cannot be said to be correct in consid-
eration about the noise. Because it is known that

09033333.092401

noise improvement effect in the pixel addition, that is, SN enhancement is proportional to a square root of an added number of the pixels in respect to a statistic property of random noise. In the addition of four
5 pixels, only double SN (i.e., 6 dB) can be expected. Therefore, during imaging while the image quality, that is, the noise level is kept, the imaging with double sensitivity, that is, 1/2 of the standard exposure amount is a limitation. Supposing that the image is
10 taken with a 1/4 exposure amount and four pixels are added in order to obtain the fourfold-sensitivity, a signal component S is $1/4 \times 4 =$ once, noise N is $1 \times \sqrt{4} =$ twice, and SN is deteriorated by 6 dB.

Then, addition of four pixels and exposure with
15 the 1/2 exposure amount are considered. In an analog adding system in the digital camera, there is a problem of saturation in an A/D converter. That is, if a maximum output level of a horizontal transfer path or an image pickup device output amplifier as a position
20 for executing the addition is not limited, it is necessary to handle a charge amount for $1/2 \times 4 =$ 2 pixels, that is, double output voltage in the addition of four pixels with the 1/2 exposure amount. Therefore, when the conventional usual A/D converter
25 corresponding to the voltage for one pixel device is used as it is, an A/D input voltage exceeds A/D quantized maximum voltage, and the signal is clipped.

09033833.092401

In this case, in order to prevent the clip during the quantization in the A/D converter, it is necessary to set a maximum quantization level (D_{max}) of A/D to be twice the conventional level. With this setting, the problem of saturation can securely be avoided. However, in a usual non-addition time, the maximum value of CCD output signal is $D_{max}/2$, and a larger digital bit is wasted. In other words, a relative quantized error disadvantageously becomes double from an ideal state.

Additionally, to avoid the problem, the A/D converter quantized error itself may be reduced. In other words, the A/D converter with a larger number of bits than an originally necessary number of bits is necessary, and cost increase is unfavorably caused.

In the conventional art, the addition of pixels is carried out in this manner in order to enhance the sensitivity of the imaging apparatus. However, in the analog adding system, since the A/D input voltage exceeds the A/D quantized maximum voltage, the signal is clipped. There is a problem that the image quality is deteriorated.

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

An object of the present invention is to provide an imaging apparatus which can hold sensitivity and output level to be constant even when a gradation property is changed.

Moreover, another object of the present invention

is to provide an imaging apparatus in which imaging with an enhanced sensitivity can be carried out by addition of pixel information in an analog adding system, and an image quality can be prevented from being deteriorated by clip in an A/D converter.

According to the present invention, there is provided an imaging apparatus for photographing a photographic subject, comprising:

an image pickup device in which light is received from the photographic subject, a photographic subject image is formed, and the image is converted to an original image signal;

designating means for designating one of a first gradation mode and a second gradation mode;

converting means for converting the original image signal from the image pickup device to an output image signal in accordance with the designation of one mode by the designating means, the output image signal having a first gradation in the designation of the first gradation mode, and a second gradation in the designation of the second gradation mode; and

adjusting means for adjusting a level of the original image signal inputted to the converting means in accordance with the designation of one mode by the designating means, and keeping an average level of the output image signal outputted from the converting means at a substantially constant level even in the

09083333.092401
T04250.2233360

designation of the first and second gradation modes.

Moreover, according to the present invention, there is provided an imaging apparatus for photographing a photographic subject, comprising:

5 an image pickup device for receiving light rays transferred from the subject, a photographic subject image being formed on the image pickup device, and the image being converted to an original image signal;

10 designating means for designating one of first and second gradation modes;

15 converting means for converting the original image signal from the image pickup device to an output image signal in accordance with the designated mode, the output image signal having a first gradation in accordance with a first gradation curve in the designation of the first gradation mode, and a second gradation in accordance with a second gradation curve in the designation of the second gradation mode; and

20 adjusting means for adjusting a level of the original image signal inputted to the converting means in accordance with the designated mode, and maintaining an average level of the output image signal outputted from the converting means at a substantially constant level;

25 wherein the first and second gradation property curves intersect each other at a certain target value, and the target value substantially corresponds to the

09883833-092401

average output level of the output image signal.

Furthermore, according to the present invention, there is provided an imaging method of photographing a subject, comprising:

5 an image pickup step of receiving light rays transmitted from the photographic subject, a photographic subject image being formed, and the image being converted to an original image signal;

10 designating step of designating one of a first gradation mode and a second gradation mode;

15 converting step of converting the original image signal to an output image signal in accordance with the designated mode, the output image signal having a first gradation in the designation of the first gradation mode, and a second gradation in the designation of the second gradation mode; and

20 adjusting step of adjusting a level of the original image signal in the converting step in accordance with the designated mode, and maintaining an average level of the output image signal in the converting step at a substantially constant level even in the designation of the first and second gradation modes.

25 Yet further, according to the present invention, there is provided an imaging method for photographing a photographic subject, comprising:

 an imaging step of receiving light rays from the

09883833 092401

photographic subject, forming a photographic subject image, and converting the image to an original image signal;

5 a designating step of designating one of a first gradation mode and a second gradation mode;

09883833-092401
10 a converting step of converting the original image signal to an output image signal in accordance with the designation of one mode in the designating step, the output image signal having a first gradation in accordance with a first gradation curve in the designation of the first gradation mode, and a second gradation in accordance with a third gradation curve in the designation of the second gradation mode; and

15 an adjusting step of adjusting a level of the original image signal inputted to the converting step in accordance with the designation of one mode by the designating step, and maintaining an average level of the output image signal outputted from the converting step at a substantially constant level;

20 wherein the first and second gradation property curves intersect each other at a certain target value, and the target value substantially corresponds to the average output level of the output image signal.

25 Yet furthermore, according to the present invention, there is provided an imaging method for photographing a photographic subject, comprising:

an imaging step of receiving light rays from the

photographic subject, forming a photographic subject image, and converting the image to an original image signal;

5 a designating step of designating one of a first, second and third gradation modes; and

09883833-092401
10 a converting step of converting the original image signal to an output image signal in accordance with the designation of one mode in the designating step, the output image signal having a first gradation in accordance with a first gradation curve in the designation of the first gradation mode, a second gradation in accordance with a second gradation curve in the designation of the second gradation mode, and a third gradation in accordance with a third gradation curve in the designation of the third gradation mode;

15 wherein the first, second and third gradation property curves intersect one another at a substantially same point.

20 As described above, in some of the cameras in which a plurality of gradation properties (gamma) can be changed, when exposure control of a predetermined target value is carried out in a linear system (on a gamma input side), sensitivity (output signal level) changes by the gamma change.

25 To solve the problem, in the imaging apparatus having a plurality of gamma properties, exposure control is carried out in such a manner the output

level for average exposure becomes the same even with the gamma change. Concretely, the exposure is controlled and a plurality of control target values are changed in accordance with the gamma change on a gamma input side. Alternatively, the exposure is controlled and the same control target value is used on a gamma output side. Thereby, even when the gamma is changed, the output level does not change with respect to average exposure. That is, even when the gradation property is changed, the output level can be kept to be constant.

According to the present invention, there is also provided an imaging apparatus for photographing a photographic subject, comprising:

an image pickup device for receiving light rays transferred from the subject, a photographic subject image being formed on the image pickup device, and the image being converted to an original image signal;

designating means for designating one of first, second and third gradation modes; and

converting means for converting the original image signal from the image pickup device to an output image signal in accordance with the designated mode, the output image signal having a first gradation in accordance with a first gradation curve in the designation of the first gradation mode, a second gradation in accordance with a second gradation curve

09883833 092401

in the designation of the second gradation mode, and a third gradation in accordance with a third gradation curve in the designation of the third gradation mode;

wherein the first, second and third gradation property curves intersect one another at a substantially same point.

Here, preferred embodiments of the present invention are as follows.

(1) The intersection of the property curves is set to correspond to 18 to 20% of a maximum signal level in a value on an input side of the gradation converting property.

(2) At least one of the gradation converting properties is constituted to have a knee property in which a knee point is set in a region with a signal value larger than that of the intersection of the property curves.

As described above, the camera which can change a plurality of gradation properties (gamma) is known. However, when the exposure control is performed at the predetermined target value in the linear system (gamma input side), the sensitivity (output signal level) changes by the gamma change.

To solve the problem, according to the present invention, in an imaging apparatus having a plurality of gamma properties, the exposure control target value (recommended average exposure level) is the same on the

09833333 092401

gamma input side, and a plurality of gamma curves cross one another at the point. When there are three or more properties, all the properties have a common cross point. In this constitution, even when the gamma property is changed, the output level in the cross point is the same. Even when the gradation property is changed in the vicinity of the cross point, sensitivity and output level can be kept to be constant.

Moreover, the cross point is a point corresponding to 18 to 20% ($\pm 1/3$ EV) of an input full scale. This value is in the vicinity of a logarithmic midpoint of a photographic subject range, and an region with a maximum possibility of correspondence to a main photographic subject is in the vicinity of the logarithmic midpoint of the photographic subject range. Therefore, the value can be the to be a best selection. Furthermore, the knee property is disposed so that the range is ensured with the intersecting of the properties. Thereby, a photographic subject reproduction range can be prevented from being narrowed with a large gamma.

According to the present invention, there is provided an imaging apparatus, comprising: image pickup device including a plurality of pixel elements arranged in a matrix arrays and a charge transfer path of interline type, a image of the subject being formed on the image pickup device and charge being generated in

0983333-092401

the pixel elements; driving means for driving the image pickup device to readout the pixels as a image signal from the image pickup device, the driving means setting a addition mode in which the pixels are added and the added pixels are readout as the image signal; analogue to digital converter for quantizing the image signal to output a quantized image signal; and quantizing level setting means for setting a maximum quantizing level in the analogue to digital converter, which is changed in accordance with the addition number of the pixels.

Here, preferred embodiments of the present invention are as follows.

(1) The constitution comprises exposure control means for controlling an exposure amount with respect to the image pickup device, and the quantized level setting means variably sets the quantized maximum level in accordance with the added number of adding/reading, and the exposure amount target value set by the exposure control means.

(2) The interline type charge transfer path comprises a plurality of vertical transfer paths disposed adjacent to the pixels arranged in a matrix in a column direction, and a horizontal transfer path disposed adjacent to an end of these vertical transfer paths in a row direction. The driving means adds the signals corresponding to the pixels adjacent in the vertical direction in the horizontal transfer path, and

09883833.092401

adds the signals corresponding to the pixels adjacent in the horizontal direction in an output amplifier connected to an output end of the horizontal transfer path.

5 (3) The number of pixels added by the driving means is the same in the horizontal and vertical directions.

 (4) The image pickup device is a CCD image pickup device.

10 According to the present invention, the quantized level setting means variably sets the quantized maximum level in the A/D converting means in accordance with the added number of adding/reading by the driving means. Thereby, a phenomenon in which the A/D input voltage
15 exceeds the A/D quantized maximum voltage with the signal addition can be suppressed. Therefore, the added signal can be prevented beforehand from being clipped by the A/D converting means. Therefore, photography with enhanced sensitivity is enabled by
20 addition of the pixel information of the analog adding system without deteriorating the image quality by the clip in the A/D converting means.

 Additional objects and advantages of the invention will be set forth in the description which follows, and
25 in part will be obvious from the description, or may be learned by practice of the invention. The objects and advantages of the invention may be realized and

0983333 092401 104260 EEE3360

obtained by means of the instrumentalities and combinations particularly pointed out hereinafter.

BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

5 The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute a part of the specification, illustrate presently preferred embodiments of the invention, and together with the general description given above and the detailed description of the preferred embodiments given below, serve to explain the principles of the invention.

FIG. 1 is a block diagram schematically showing a circuit of a digital camera according to one embodiment of the present invention.

15 FIG. 2 is a graph of a gradation property curve utilized in a gradation converter shown in FIG. 1, showing a relation between a gradation property and an exposure target value.

20 FIG. 3 is a flowchart showing a setting procedure in which a γ value in the digital camera shown in FIG. 1 is selectively set.

FIG. 4 is a flowchart showing an exposure target setting procedure in which the γ value in the digital camera shown in FIG. 1 is selectively set.

25 FIG. 5 is a graph of the gradation property curve utilized similarly in the gradation converter shown in FIG. 1, showing the relation between the gradation property and the exposure target value.

0983333-092401
104260-EE92860

FIG. 6 is a plan view schematically showing a basic structure of a CCD image pickup device shown in FIG. 1.

FIG. 7 is a block diagram schematically showing a preprocessing circuit shown in FIG. 1.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

A detail of a digital camera according to an embodiment of the present invention will be described hereinafter with reference to the drawings.

FIG. 1 is a block diagram showing a circuit configuration of the digital camera according to one embodiment of the present invention. In FIG. 1, reference numeral 101 denotes a photography lens system constituted of various lenses for photographing a photographic subject, 102 denotes a lens driving mechanism for driving the lens system 101 in accordance with the photographic subject, and the lens driving mechanism 102 drives the photography lens system 101 to focus the photography lens system 101 on the photographic subject. Light rays reflected from the photographic subject are directed to CCD unit 105 via the lens system 101 and a stop included in an exposure control mechanism 103. In the exposure control mechanism 103, the stop is adjusted, the light rays passed through the stop is controlled and an exposure amount is controlled. The light transmitted through the stop is transmitted through a filter system 100

including a low pass filter and infrared cutting filter
and a mechanical shutter 104, and is incident upon the
CCD color pickup unit 105. A photographic subject
image is formed on imaging arrays of the CCD color
pickup unit 105. The pickup unit 105 is driven by a
CCD driver 106, and the photographic subject image on
the imaging array is converted to an image signal. The
image signal is processed in a preprocessing circuit
107 which includes a gain control amplifier 107A which
can change an amplification factor, i.e., a gain of the
image signal and an A/D converter for converting the
amplified image signal to a digital image signal. The
digital image signal is processed by a digital
processing circuit 108 for performing various digital
constitutions such as a color signal generation
processing and matrix conversion processing, and stored
in a memory card 110 such as CF via a card interface
109. Moreover, the image is displayed in an LCD image
display system 111 based on the image signal from the
digital processing circuit 108.

Moreover, reference numeral 112 in FIG. 1 denotes
a system controller (CPU) for generally controlling
respective components shown in FIG. 1. Numeral 113
denotes an operation switch system constituted of
various switches including a mode setting SW 113A for
setting gradation (gamma) property, i.e., actually
setting a standard mode, a soft mode or a hard mode.

Numeral 114 denotes an operation display system for displaying a digital camera operation state, mode state, and the like, and 115 denotes a lens driver for controlling the lens driving mechanism 102. Numeral 116 denotes a strobe which emits photography light rays during photography, 117 denotes an exposure control driver for controlling the exposure control mechanism 103 and strobe 116, and 118 denotes a nonvolatile memory (EEPROM) for storing various setting information, and the like.

In the digital camera of the present embodiment, the system controller 112 generally controls the respective components. Particularly, the system controller 112 controls the driving of the CCD color pickup unit 105 by the exposure control mechanism 103 and CCD driver 106 to control exposure (charge accumulation). The system controller 112 similarly controls the reading of the image signal from the CCD color pickup unit 105, and the digital processing circuit 108 takes the image signal via the preprocessing circuit 107. Furthermore, under the control of the system controller 112, the image signal is subjected to various signal processings and subsequently recorded in the memory card 110 via the card interface 109. Additionally, examples of the CCD color pickup unit 105 include an interline progressive (successive) scanning unit with a vertical overflow

0983833.092401
T04260"EE8E8860

drain structure.

Moreover, the digital processing circuit 108 shown in FIG. 1 includes a gradation converter 108A which can generate image signals having different gradation properties with respect to the same image signal. When the mode setting SW 113A in the operation switches 113 sets the gradation property (γ property), i.e., one of the standard, soft and hard modes, a gradation designation signal of the set mode is supplied to the system controller 112. Then, the system controller 112 designates the gradation to be converted, that is, γ value with respect to the gradation converter 108A of the digital processing circuit 108. Moreover, with the designation of the gradation by the system controller 112, similarly the gain control amplifier 107A of the preprocessing circuit 107 sets the gain in accordance with the designated gradation in response to a command of the system controller 112. Furthermore, the system controller 112 transmits information of the designated gradation to the exposure control driver 117, and the exposure control driver 117 controls exposure in accordance with the selected gradation property.

FIG. 2 is a graph of a gradation property and exposure target value which can be controlled in the digital camera shown in FIG. 1. To simplify description, in the graph of FIG. 2, eight bit data is assumed for input and output digital values. In FIG. 2,

09883833-092401

a solid line is a graph showing a property of a gradation ($\gamma = 0.45$) of the standard mode, a broken line is a graph showing the gradation property in a mode of $\gamma = 0.7$, and a dashed line is a graph showing the property of the gradation in a mode of $\gamma = 1$ (the output digital value is in a linear relation with respect to the input digital value). Additionally, in the digital camera shown in FIG. 1, the mode setting switch 113A can change the mode to other two modes ($\gamma = 0.7$ and $\gamma = 1$) from default "standard", and even the γ value can be selected in the modes.

The standard mode ($\gamma = 0.45$) is actually a recommended property of JEIDA DCF specification as a digital camera standard specification: $y = 1.099 \times x^{0.45} - 0.099$. (Additionally, $x = \text{input}/255$, $y = \text{output}/255$, this equation is applied to $x \geq 0.018$, and $y = 4.5 \times x$ is applied in $x < 0.018$.) Moreover, $\gamma = 0.7$ corresponds to property of $y = x^{0.7}$, and $\gamma = 1$ corresponds to property of $y = x$.

In the camera shown in FIG. 1, a brightness or luminous of the photographic subject is measured in center selective average photometry, and exposure is controlled by calculation or feedback control so that a photometric value (signal level average value) is equal to an exposure target value. Therefore, an output value obtained from a flat photographic subject (with no pattern) corresponds to the exposure control target

value. When the main photographic subject in a usual exposure condition is assumed, the flat photographic subject can be represented or substituted as well known.

Luminance information about the photographic subject taken by the digital processing circuit 108 is analyzed or calculated by the system controller 112 so that the photographic subject luminance is measured. The system controller 112 drives the exposure control mechanism 103 or the strobe 116 via the exposure control driver 117 based on an analysis result so that the exposure is controlled. When a device shutter function is used as the shutter, the CCD driver 106 can control/drive CCD to realize the function.

As shown in FIG. 2, an exposure control point 46 in the standard ($\gamma = 0.45$) corresponds to 18% of a maximum input digital value 255. The input digital value 46 substantially corresponds to a logarithmic midpoint of an input range in the standard γ . When an ideal de-gamma (a total linear value) is assumed in the reproduction system, the input digital value 46 actually corresponds to the logarithmic midpoint of a display range of a reproduction system. From FIG. 2, an output digital value 104 corresponds to the input digital value 46.

Additionally, for the gradation property, generally during photographing of the main photographic subject, a region having a highest possibility of

0983333-092401

correspondence to the photographic subject luminance is in the vicinity of the logarithmic midpoint of the photographic subject range. The region numerically corresponds to 18% as the logarithmic midpoint between white and black levels. Here, it is assumed that the white level is a reflectance of about 98% of the photographic subject having a highest diffusion reflectance and that the black level is a reflectance of about 3.3% of the photographic subject having a lowest diffusion reflectance. Based on this finding, 18% has been used as the numeric value of a standard reflectance representing the photographic subject or a reflectance of a standard reflector for evaluation in a photographic technical field.

Additionally, according to the present inventor's study, in the actual photography, when a numeric value 4% of the lowest reflectance is assumed and a logarithmic midpoint value 20% is used, a good result is produced in many cases. In this meaning, an exposure control point value of about 18 to 20% can be set as a target value (aimed value) for obtaining the best result.

Here, the photographic subject range has been considered in the above. However, when ideal gamma conversion (i.e., total linear) for the imaging/display system is assumed, the above indicates a similar meaning even in a final light output gradation (display

09883833-092401
T04260" 22828860

range) in an "output apparatus (display apparatus)".
In actual, for a visual property of observation of an
output image, the "logarithmic midpoint" is preferable
on the assumption of a logarithmic recognition property
for a stimulus strength governed by Weber's law or
Fechner's law.

In this meaning, for the exposure control target
value, the value (18 to 20% as described above) on a
conversion input side (photographic subject
proportional signal) in a standard gradation converting
property (total linear property is assumed) should be a
standard. However, when the property is changed to an
arbitrary converting property, the corresponding value
on a conversion output side (post-gamma signal) in the
standard property is rather preferably used as the
standard.

Moreover, in the real camera, there are various
error factors, and there is a certain degree of freedom
of a tolerance limit in product evaluation. Therefore,
set values substantially in a range of $\pm 1/3$ EV with
respect to the aforementioned set target value (i.e.,
 $18\% - 1/3\text{EV} = 14.3\%$ or more, $20\% + 1/3\text{EV} = 25.2\%$ or less)
are included in a numeric value limited range of the
present invention. Additionally, $\pm 1/3$ EV is a numeric
value frequently used as a standard tolerance error
range in the technical field, for example, in standards
such as JIS and ISO. Additionally, to describe that by

way of precaution, it is apparent that with an error of ± 0.1 EV or less, the value can be regarded as the same without any condition in almost all cases of the field.

By the aforementioned control, the main
5 photographic subject (the photographic subject
represented by the photometric value) can be reproduced
as an image whose luminance is distributed in
substantially the same output luminance range as that
of the photography in the standard gradation property,
10 that is, in the vicinity of the logarithmic midpoint of
the display range in the output apparatus (display
apparatus).

Moreover, when the mode is changed, the exposure
control target value is changed to respective values 71,
15 104 in accordance with the changed mode. That is, for
a target value s with $\gamma = 0.7$, 71 is obtained as a
solution of $(105/255) = (s/255)^{0.7}$. With $\gamma = 1$, since
 $y = x$, an output corresponding value is still 104. In
this case, the exposure control target value does not
20 correspond to the logarithmic midpoint of the input
range, but the output level of the main photographic
subject (the photographic subject represented by the
photometric value) does not change.

As described above, according to the present
25 invention, a plurality of control target values for the
gamma value (the gamma output value is the same) are
preset, exposure is controlled on the gamma input side

09883833-092401
104260" E88E8860

in accordance with the gamma value during change of the gamma property, and a plurality of control target values are changed. Thereby, the average level of the image signal can be kept to be substantially constant.

5 Therefore, the exposure can be controlled so that the output level is the same for average exposure even with the changed gamma, and usefulness of the control is remarkably high.

10 The change of the γ property will be described in further detail with reference to FIGS. 3 and 4. In the descriptions below, the amplified value of the gain control amplifier 107A is assumed to be a fixed value, unless otherwise stated.

15 FIGS. 3 and 4 are flowcharts illustrating the setting control of the γ property, which is executed prior to actual imaging. The flowcharts also illustrate the setting control of a corresponding exposure target value. These setting control operations are described as sub-flows which branch off from the main flow (the control flow of the operation of the entire camera) and which are executed as need arises (the sub-flows corresponds to sub-routines of a program).

20 Let it be assumed that the user designates γ by operating the mode setting switch 113A before the execution of these sub-flows, and that the setting parameter designated then (one of γ_A , γ_B and γ_C) is

09883333 092401
104260 00000000

stored in a memory (not shown). If, intentionally, the user does not designate γ , default setting γ_C is selected. The default setting in the present camera is standard γ ($= 0.45$) described above with reference to FIG. 2.

The setting of γ is executed in the manner shown in FIG. 3. First, the system controller 112 reads out a γ setting parameter from the memory. When the check in step S2 indicates that $\gamma = \gamma_A$, the flow advances to step S5. In this step, the conversion property of the gradation converter 108A of the digital processing circuit 108 is set in accordance with γ_A . (The conversion property is so determined as to satisfy the equation $\gamma = 1$ in FIG. 2.) When the check in step S2 does not indicate that $\gamma = \gamma_A$, the flow advances to step S3. If the check in this step S3 indicates that the equation $\gamma = \gamma_B$ is satisfied, the flow advances to step S6. In this step, the conversion property of the gradation converter 108A of the digital processing circuit 108 is set in accordance with γ_B . (The conversion property is so determined as to satisfy the equation $\gamma = 0.7$ in FIG. 2.) If the check in step S3 does not indicate that the equation $\gamma = \gamma_B$ is satisfied, the flow advances to step S4. In this step S4, the conversion property of the gradation converter 108A of the digital processing circuit 108 is set in accordance with γ_C . (The conversion property is so determined as

to satisfy the equation $\gamma = 0.45$ in FIG. 2.) In any case, step S7 is executed to terminate the sub-flow, and predetermined steps of the main flow are executed again.

5 After the value of γ is determined, the processing for setting the exposure target value shown in FIG. 4 is started. When the check in step S12 determines that $\gamma = 1$, the system controller 112 executes step S15, wherein it sets the exposure target value (in input digital values) to "104." When the check in step S12 does not determine that $\gamma = 1$, the next step S13 is executed to see if $\gamma = 0.7$. If this is the case, step S16 is executed to set the exposure target value (in input digital values) to "71." If step S13 does not determine that $\gamma = 0.7$, step S14 is executed to set the exposure target value (in input digital values) to "46." Each of these target values corresponds to the output digital value 104 in the gradation property determined then. In any case, step S17 is executed to terminate the sub-flow, and predetermined steps of the main flow are executed again.

 In the embodiment described above, the gain of the gain control amplifier 107A of the preprocessing circuit 107 is kept fixed. It should be noted that the exposure control method is not limited to the method in which the amount of charge in an ordinary type of element is controlled. That is, the gain control

00883833.092401

amplifier 107A may be employed to vary the circuit gain of the linear system. This variable circuit gain method may be used singly or in combination with the method described above.

5 When any one of the input digital values 104, 71, 46 is set (as a target value) in the manner described above, the system controller 112 shown in FIG. 1 sets the exposure control driver 117 so that exposure control is carried out using the input digital value
10 set by the exposure control driver 117 as a control target. Moreover, the system controller 112 sets the digital processing circuit 108 so that the gradation converter 108A of the digital processing circuit 108 performs a processing of converting the input digital
15 image signal to the output digital image signal by use of the gradation set by the user with the mode setting switch 113A as described above, that is, γ .

 When the photography is started, the exposure control mechanism 103 is controlled in accordance with
20 the set gradation property and the photographic subject is photographed by the CCD 105 with the proper exposure based on the exposure target value. The image signal from the CCD 105 is supplied to the preprocessing circuit 107 and is then subjected to a predetermined γ
25 conversion processing by the gradation converter 108A of the digital processing circuit 108, converted to the image signal such that the digital output value as the

09883833.092401

target is the center output value, and stored in the memory card 110. Moreover, the signal is supplied to the LCD 111, and displayed in the LCD 111.

As described above, even when the user changes the gradation property by a series of processing and performs the photography in accordance with user's taste, the exposure target value of the input digital value is changed, and an output center point is kept at a constant reference point. In this state, the output corresponding to the photographic subject image having the gradation property according to the user's taste is outputted via the digital processing circuit 108.

The present invention is not limited to the aforementioned embodiment. In the embodiment, the exposure is controlled on the gamma input side. However, it is also possible to fix the target value to 104 and control the exposure on the gamma output side. In this case, control of output property can be simplified. Additionally, an influence of the gamma value sometimes occurs in average calculation of the photographic subject.

FIG. 5 is a graph showing the control system of the gradation property and exposure target value according to another embodiment of the present invention. In FIG. 5, to simplify the description, the eight bit data is assumed for both the input and output digital data. In FIG. 5, a solid line is a graph of a

standard gradation ($\gamma = 0.45$), a broken line is a graph for $\gamma = 0.7$ (with the knee), and a dashed line is a graph for $\gamma = 1$ (with the knee). Similarly as the
5 present embodiment, in the digital camera of the
change the mode to other two modes ($\gamma = 0.7$, $\gamma = 1$) from the default "standard".

As described above, the standard $\gamma = 0.45$ is actually the recommended property of JEIDA DCF
10 specification as the digital camera standard
specification: $y = 1.099 \times x^{0.45} - 0.099$. (Additionally, $x = \text{input}/255$, $y = \text{output}/255$, the equation is applied to $x \geq 0.018$, and $y = 4.5 \times x$ is applied in $x < 0.018$.)

In the present embodiment, the gradation converter
15 108A shown in FIG. 1 has a property of converting the input image signal to the output image signal with the γ converting property shown in FIG. 5. For the γ property shown in FIG. 5, each γ property graph shown in FIG. 2 is multiplied by a coefficient so that the
20 graphs of $\gamma = 1$, 0.7 and 0.45 pass through a certain exposure control point (input digital value 46 and output digital value 104). In other words, the γ property graphs shown in FIG. 2 are multiplied by the
25 0.7 and 0.45 intersect one another at the certain exposure control point.

$$y = 2.2609 \times x$$

$$y = 1.3525 \times x^{0.7}$$

When the γ graph shown in FIG. 2 is simply multiplied by the coefficient, the photographic subject reproduction range is narrowed. Therefore, for the region $y > 0.75$ (output value digital value of 192 or more) whose signal value is sufficiently larger than that of the vicinity of the intersection corresponding to the main photographic subject gradation region, so-called knee property is disposed. The property has a high contrast with respect to the main photographic subject (i.e., the region in the vicinity of the intersection), but is devised so as to secure the reproduction range by compressing only the high level region.

The exposure is controlled on the input side of the gamma converter 108A, that is, in a circuit portion referred to as so-called linear system, so that the control target value corresponds to the digital value 46 at all times. Even when the mode is changed during this exposure control, the sensitivity does not change, a sensitivity measurement reference point is kept at 104, and the center level of the gradation in the output level of the main photographic subject is not changed.

As in the embodiment described above, the system shown in FIG. 1 performs the exposure control by causing the system controller 112 to set the parameter

09003000-09001

of the exposure control driver 117. In the meantime,
the control target value is kept at a fixed digital
value 46 and is not varied when the value of γ is
switched from one to another. The setting of the value
of γ is performed in a similar manner to that shown in
FIG. 3. It should be noted that the property
corresponding to γ_A is " $\gamma = 1$ " shown in FIG. 5, and the
property corresponding to γ_B is " $\gamma = 0.7$ " shown in the
same Figure.

Additionally, the intersections of three property
curves completely agree with one another in this
example. However, needless to say, with the
"substantial agreement", the object can sufficiently be
achieved. That is, for example, the intersections of
three properties are handled in the above example.
When one intersection is generated for the two property
curves, three intersections in total are generated. If
these three points are sufficiently close to one
another, an effect similar to that of the "agreement"
can be fulfilled.

Therefore, "a common property curve intersection
(the point at which one input value is converted to the
same output value irrespective of the selected
property)" in the present invention is "common"
including the aforementioned case, and naturally means
"the same". Moreover, in this case, for judgment of
substantial agreement, similarly as the aforementioned

embodiment, the range of $\pm 1/3$ EV (-20.6%, +26.0% in terms of relative %) can substantially be a standard. (Alternatively, the range of ± 0.1 EV or less is of course further preferable.)

5 As described above, when the intersection of the property curve agrees with a measurement point of "sensitivity", the sensitivity in the measurement and display can be kept to be unchanged. When only this viewpoint is noted, it is not essential to match the
10 sensitivity target value with this point.

 That is, when the exposure control target value deviates from the property intersection, the output level fluctuates, but the "sensitivity" at least in the measurement and display is kept to be constant
15 regardless of the fluctuation. It can be said that this produces an effect different from/independent of "the setting of the output level by measurement of the exposure target value".

 Moreover, when the action of keeping the output
20 level to be constant is noted, the exposure control target value is set in the vicinity of the property intersection. Then, if the setting has a slight deviation, the output level fluctuation is small in the vicinity of the intersection, and can be in a
25 substantially negligible range.

 Furthermore, when the property intersection is set to the sensitivity measurement reference point, and the

09883833 092401
T04260" E88E8860

exposure target value further agrees with the intersection as in the aforementioned embodiment, the unchanged sensitivity is fully and remarkably effectively compatible with the unchanged output level.

5 Additionally, the present invention is not limited to the aforementioned embodiment. In the embodiment, the digital camera has an automatic exposure function, but this is not limited, and a camera having a manual exposure may be used. In this case, the photographic
10 subject exposure amount and output level for the common intersection of a plurality of property curves are presented to a camera user (photographer) as a "recommended average exposure amount" and "recommended average exposure level". Then, the photographer can
15 use, for example, a single-unit photometer, or an outer strobe with an independent dimmer function attached thereto to perform satisfactory photography. In this case, it is effectively unnecessary to change the setting of the photometer or the strobe by the
20 gradation property.

 Moreover, the use of the progressive CCD image pickup device has been described in the embodiment, but a signal reading system is not limited to this, and an interlace type device may be used. Furthermore,
25 various solid image pickup devices other than CCD may be used. Furthermore, the present invention is not necessarily limited to the digital camera, and can be

104260" EEBB60

applied to a movie camera. Additionally, the present invention can variously be modified and implemented in a range which does not depart from the scope of the present invention.

5 In the aforementioned embodiment, the sensitivity of CCD 105 shown in FIG. 1 can be enhanced and the output of the image signal from the CCD 105 can be increased in an addition photography mode in order to increase the input digital value shown in FIG. 1.

10 In addition, in respect of utilizing pixel signals from the CCD 105, there is known a technique of so called "addition of pixel", in which pixel signals output from the adjacent pixels are added to improve a sensitivity or SN ratio of CCD 105. This technique can
15 be applied, as "addition photographing mode" to the above embodiment so that the sensitivity of the CCD 105 is improved. Thus, if the "addition photographing mode" can be set in the digital camera described above, a level of the image signal from the CCD 105 can be
20 increased, which corresponds to the input digital value shown in FIGS. 2 and 3.

 Setting of the addition photography mode will be described with reference to FIGS. 1, 6 and 7. Additionally, the addition mode is set with the mode
25 setting switch 113A shown in FIG. 1.

 In the CCD 105 shown in FIG. 1, as shown in FIG. 6, an interline (IT) type progressive (successive

09083833 092401
T04260 EE8E8860

scanning) driving system is used which is constituted of photodiodes 201 arranged in a matrix, a plurality of vertical line CCDs 202, one horizontal line CCD 203, and an output amplifier 204. Here, in order to
5 simplify the description, it is assumed that the CCD 105 is a monochromatic device.

Moreover, as shown in FIG. 7, the image signal outputted from the image pickup device 105 and inputted to the preprocessing circuit 107 is inputted to a
10 correlated double sampling circuit (CDS circuit) 301 in order to obtain a difference between a reset level and a signal level. In the correlated double sampling circuit (CDS circuit) 301, a reset noise is removed from the image signal and the signal is inputted to an
15 OB clamp circuit (OBCLP circuit) 302. In the OB clamp circuit (OBCLP circuit) 302, a part of the image signal is clamped based on the signal (OB standard level) from an optical black (OB) pixel. The image signal outputted from the OB clamp circuit (OBCLP circuit) 302
20 is inputted to an A/D converter 303. Moreover, the image signal is converted to a digital signal in a predetermined sampling frequency for driving the CCD in the A/D converter 303.

Here, in the A/D converter 303, a minimum input
25 level (input 0 reference) is equal to a reference voltage V_{refZ} on a - side and 0V, a maximum input level (i.e., maximum quantized level) is equal to a reference

0988333-092401
104260" EEBB60

5
10

15
20

25

(2) During horizontal transfer, m pixels are

That is, after each reset pulse is applied, an HCCD driving pulse for m pixels (m transfer units) is

10

15

20

Moreover, the exposure amount is $1/2$ ($1/N$) and the number of pixels to be added is 4 in the above

description, but other arbitrary settings may be used.
For example, when the exposure control target value is
the same as the usual value (once), the signal level
becomes fourfold, and VrefP is therefore set to be
5 fourfold as compared with the usual photography mode.
The relation is shown in the following Table 1.

Table 1

Addition of 4 pixels	Exposure target level	VrefP
N	1	1
Y	1/2	2
Y	1	4

Moreover, the relation for the addition (addition
of two pixels) only of the vertical direction may be
set as shown in the following Table 2.

Table 2

Addition of 2 pixels	Exposure target level	VrefP
N	1	1
Y	1/2	1
Y	1	2

Also in the addition of two pixels only of the
vertical direction, (digital) addition averaging
operation of horizontal two pixels (digital) is
performed in the beginning of a digital signal
processing after the AD conversion, and the addition of

Here, any addition is regarded as the comprehensive four pixels addition. A difference between two types of imaging will supplementally be described for two exposure target levels ($1/2$ and 1) during the pixel addition in Table 1 or 2. The target level of $1/2$ corresponds to the imaging with the enhanced double sensitivity while an SN and saturation level equal to those of a non-addition time are secured as described above. Moreover, the target level of 1 corresponds to the imaging with the enhanced double SN (6 dB) and at the same sensitivity and saturation levels as those of the non-addition time.

Additionally, the present invention is not limited

to the aforementioned embodiment. The CCD is used as the image pickup device in the embodiment, but the device is not limited to the CCD, and charge transfer devices (CTD) including BBD, CID, and the like can also be applied. Furthermore, the number of added pixels is not limited to four or two, and can appropriately be changed in accordance with the specification.

Moreover, "the quantized maximum level in the A/D converting means for quantizing the image signal read from the image pickup device" is referred to by noting a relative quantized level with respect to the image signal outputted from the image pickup device.

Therefore, means for variably setting the level may be other than means for variably setting the reference voltage of the A/D converter according to the embodiment. Arbitrary means may be used, such as a constitution in which an amplifier or attenuator is disposed before the image signal outputted from the image pickup device is inputted to the A/D converter, and an amplification or attenuation factor is variably set.

Furthermore, an example of monochromatic imaging apparatus has been described in the embodiment, but the present invention can also be applied to a color imaging apparatus. Furthermore, needless to say, the present invention can be applied not only to the digital still camera but also to arbitrary imaging

09883833-092401
104260-EE8E8860

apparatuses including a movie camera.

Additional advantages and modifications will readily occur to those skilled in the art. Therefore, the invention in its broader aspects is not limited to the specific details and representative embodiments shown and described herein. Accordingly, various modifications may be made without departing from the spirit or scope of the general inventive concept as defined by the appended claims and their equivalents.

5

0988333.092401
T04260"EE88860

WHAT IS CLAIMED IS:

1. An imaging apparatus for photographing a subject, comprising:

an image pickup device for receiving light rays
5 transmitted from the photographic subject, a
photographic subject image being formed on the image
pickup device, and the image being converted to an
original image signal;

designating means for designating one of a first
10 gradation mode and a second gradation mode;

converting means for converting the original image
signal from said image pickup device to an output image
signal in accordance with the designated mode, said
output image signal having a first gradation in the
15 designation of the first gradation mode, and a second
gradation in the designation of the second gradation
mode; and

adjusting means for adjusting a level of the
original image signal inputted to said converting means
20 in accordance with the designated mode, and maintaining
an average level of the output image signal outputted
from said converting means at a substantially constant
level even in the designation of said first and second
gradation modes.

25 2. The apparatus according to claim 1, wherein
said adjusting means comprises:

amplifying means for amplifying the original image

09883833-092401
T01260-EE88860

signal outputted from said image pickup device with one of adjustable gains; and

setting means for setting the one of gains in accordance with the designated mode.

5 3. The apparatus according to claim 1, wherein said adjusting means comprises:

controlling means for controlling an exposure amount of the photographic subject image formed on said image pickup device in accordance with the designated mode.

10 4. The apparatus according to claim 3, further comprising setting means for setting one of first and second exposure control target values in accordance with the designated mode.

15 5. The apparatus according to claim 3, wherein said controlling means comprises:

means for analyzing the output image signal outputted from said gradation converting means, calculating a photometric value for exposure control, and setting one of first and second exposure control target values in accordance with the photometric value and the designated mode.

20 6. The apparatus according to claim 1, wherein said designating means designates one of the first and second gradation modes and a third gradation mode,

25 said converting means converts the original image signal to the output image signal having a third

09037333 092401
104250 EEEB60

gradation in the designation of the third gradation mode, and

5 said adjusting means maintains an average level of the output image signal outputted from said converting means at a substantially constant level even in the designation of said first, second and third gradation modes.

10 7. The apparatus according to claim 1, wherein said converting means converts the original image signal to the output image signal in accordance with a first gradation property curve for defining the first gradation and a second gradation property curve for defining the second gradation.

15 8. The apparatus according to claim 7, wherein said first and second gradation property curves intersect each other at a certain target value, and the target value substantially corresponds to an average output level of the output image signal.

20 9. The apparatus according to claim 7, wherein said first and second gradation property curves are applied to a relation of the output image signal in a predetermined level range with respect to an input of the original image signal.

25 10. An imaging apparatus for photographing a photographic subject, comprising:

an image pickup device for receiving light rays transferred from the subject, a photographic subject

09883833.092401

image being formed on the image pickup device, and the image being converted to an original image signal;

designating means for designating one of first and second gradation modes;

5 converting means for converting the original image signal from said image pickup device to an output image signal in accordance with the designated mode, said output image signal having a first gradation in accordance with a first gradation curve in the designation of the first gradation mode, and a second gradation in accordance with a second gradation curve in the designation of the second gradation mode; and

10 adjusting means for adjusting a level of the original image signal inputted to said converting means in accordance with the designated mode, and maintaining an average level of the output image signal outputted from said converting means at a substantially constant level;

15 wherein said first and second gradation property curves intersect each other at a certain target value, and the target value substantially corresponds to the average output level of the output image signal.

20 11. The apparatus according to claim 10, wherein the intersection of said property curves is determined to correspond to 18 to 20% of a maximum signal level in a value on an input side of a gradation converting property.

09883833 092401
104260 EE8E8860

12. The apparatus according to claim 10, wherein
at least one of said first and second gradation
property curves has a knee property in which a knee
point is set in a region having a signal value larger
5 than the signal value of the intersection of said
property curves.

13. An imaging apparatus for photographing a
photographic subject, comprising:

an image pickup device for receiving light rays
10 transferred from the subject, a photographic subject
image being formed on the image pickup device, and the
image being converted to an original image signal;

designating means for designating one of first,
second and third gradation modes; and

15 converting means for converting the original image
signal from said image pickup device to an output image
signal in accordance with the designated mode, said
output image signal having a first gradation in
accordance with a first gradation curve in the
20 designation of the first gradation mode, a second
gradation in accordance with a second gradation curve
in the designation of the second gradation mode, and a
third gradation in accordance with a third gradation
curve in the designation of the third gradation mode;

25 wherein said first, second and third gradation
property curves intersect one another at a
substantially same point.

09883833.092401
T04260"EE8E8860

14. The apparatus according to claim 13, wherein an intersection of said property curves is determined to correspond to 18 to 20% of a maximum signal level in a value on an input side of a gradation converting property.

15. The apparatus according to claim 13, wherein at least one of said first, second, and third gradation property curves has a knee property in which a knee point is set in a region having a signal value larger than the signal value of the intersection of said property curves.

16. An imaging method of photographing a subject, comprising:

an image pickup step of receiving light rays transmitted from the photographic subject, a photographic subject image being formed, and the image being converted to an original image signal;

designating step of designating one of a first gradation mode and a second gradation mode;

converting step of converting the original image signal to an output image signal in accordance with the designated mode, said output image signal having a first gradation in the designation of the first gradation mode, and a second gradation in the designation of the second gradation mode; and

adjusting step of adjusting a level of the original image signal in said converting step in

09883833-092401

accordance with the designated mode, and maintaining an average level of the output image signal in said converting step at a substantially constant level even in the designation of said first and second gradation modes.

17. The imaging method according to claim 16, wherein said adjusting step comprises:

controlling step of controlling an exposure amount of the photographic subject image in accordance with the designated mode.

18. The imaging method according to claim 16, wherein in said converting step, the original image signal is converted to the output image signal in accordance with a first gradation property curve for defining the first gradation and a second gradation property curve for defining the second gradation.

19. The imaging method according to claim 18, wherein said first and second gradation property curves intersect each other at a certain target value, and the target value substantially corresponds to an average output level of the output image signal.

20. An imaging method for photographing a photographic subject, comprising:

an imaging step of receiving light rays from the photographic subject, forming a photographic subject image, and converting the image to an original image signal;

09883833.092401

a designating step of designating one of a first gradation mode and a second gradation mode;

a converting step of converting said original image signal to an output image signal in accordance with the designation of one mode in the designating step, said output image signal having a first gradation in accordance with a first gradation curve in the designation of the first gradation mode, and a second gradation in accordance with a third gradation curve in the designation of the second gradation mode; and

an adjusting step of adjusting a level of the original image signal inputted to said converting step in accordance with the designation of one mode by said designating step, and maintaining an average level of the output image signal outputted from said converting step at a substantially constant level;

wherein said first and second gradation property curves intersect each other at a certain target value, and the target value substantially corresponds to the average output level of the output image signal.

21. The imaging method according to claim 20, wherein the intersection of said property curves is determined to correspond to 18 to 20% of a maximum signal level in a value on an input side of a gradation converting property.

22. The imaging method according to claim 20, wherein at least one of said first and second gradation

09883833-092401
104260-EE8E8860

determined to correspond to 18 to 20% of a maximum signal level in a value on an input side of a gradation converting property.

25. The imaging method according to claim 23,
5 wherein at least one of said first, second, and third gradation property curves has a knee property in which a knee point is set in a region having a signal value larger than the signal value of the intersection of said property curves.

10 26. An imaging apparatus, comprising:

image pickup device including a plurality of pixel elements arranged in a matrix arrays and a charge transfer path of interline type, a image of the subject being formed on said image pickup device and
15 change being generated in the pixel elements;

driving means for driving said image pickup device to readout the pixels as a image signal from said image pickup device, said driving means setting a addition mode in which the pixels are added and the added pixels
20 are readout as the image signal;

analogue to digital converter for quantizing the image signal to output a quantized image signal; and

quantizing level setting means for setting a maximum quantizing level in the analogue to digital
25 converter, which is changed in accordance with the addition number of the pixels.

27. The imaging apparatus according to claim 26,

104260"EE8E8860

further comprising controlling means for controlling an exposure of the image on said image pickup device, said controlling means setting a target value of the exposure, and wherein said quantizing level setting means set a maximum quantizing level in accordance of the target value of the exposure in addition to the addition number of the pixels.

28. The imaging apparatus according to claim 26, further comprising an amplifier, connected to said horizontal transfer line, for amplifying the imaging signal, and wherein said charge transfer path of interline type includes a plurality of vertical transfer lines which are arranged along the arrays of the pixel elements in a vertical direction, respectively, and a horizontal transfer line arranged at one side of the vertical transfer lines in a lateral direction, said driving means causing said image pickup device so as to add the adjacent pixels generated from the vertical transfer lines in the horizontal transfer line, and the adjacent pixels transferred from the horizontal transfer line are added in said amplifier.

09883833-092401
FDH260-EE8E8860

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A digital camera which can change gradation properties comprises a CCD image pickup element 105 for photographing a subject, an exposure control mechanism 103 for controlling an exposure on the image pickup element 105, a digital processing circuit 108 including a gradation converting circuit for being capable of generating image signals having different gradation properties (gamma properties) based on the output signal from the image pickup element 105, and a system controller 112 including a selecting circuit for selecting one of the different gradation properties, which is used in the gradation converting circuit. In the digital camera, to suppress the change of a sensitivity (output level) due to the a change of the gradation property, the exposure control mechanism 103 changes a control target value to control the exposure in accordance with the selected gamma value so that the output level is maintained at constant in the average exposure.

00883833-092401
T04250-228860